

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto técnico previo a la obtención del título de: INGENIERO MECÁNICO

TEMA:
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR MALLA
DE ALAMBRE DE FORMA ROMBOIDAL DE 2M DE ALTO Y 10M DE
ANCHO CON UN ESLABÓN DE 50MM

AUTORES:
COLLAGUAZO PUJOTA CHRISTIAN DARÍO
LÓPEZ CHULCA EDWIN DAVID

DOCENTE TUTOR:
QUITIAQUEZ SARZOSA RENÉ PATRICIO

Quito, marzo del 2019

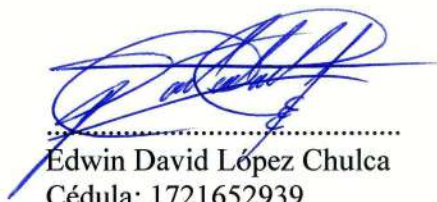
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Christian Dario Collaguazo Pujota, con documento de identificación N° 1716867476 y Edwin David López Chulca con documento de identificación N° 1721652939, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy/somos autor/es del trabajo de grado/titulación intitulado: "Diseño y construcción de una máquina para fabricar malla de alambre de forma romboidal de 2m de alto y 10m de ancho con un eslabón de 50mm", mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Christian Dario Collaguazo Pujota
Cédula: 1716867476
Fecha: Quito, marzo de 2019



Edwin David López Chulca
Cédula: 1721652939

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Diseño y construcción de una máquina para fabricar malla de alambre de forma romboidal de 2m de alto y 10m de ancho con un eslabón de 50mm, realizado por Christian Dario Collaguazo Pujota y Edwin David López Chulca, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, marzo de 2019



Ing. Quitiaquez Sarzosa René Patricio MsC.

DEDICATORIA

Este ilustre trabajo va dedicado aquellas personas que fueron pilares fundamentales en alcanzar mis sueños, sueños que desde pequeño fueron implementando en mi cabeza y corazón, a ustedes padres ejemplares, amados y respetados Gladys y José que siempre estuvieron inculcando el esfuerzo y sacrificio el mismo que con su ejemplo de lucha, y perseverancia me permiten culminar esta difícil pero hermosa carrera, la misma que sin duda alguna no podría haber llegado sin el apoyo de mi hermano, el cual comparte y ama esta profesión.

Y como no dedicar aquel ángel que llego a iluminar y alegrarme la vida mi amada hija Valentina que junta a mi amada esposa Evelyn son el motor de mi vida. Para todos ustedes con mucho cariño su hijo, hermano padre y esposo.

David

El presente trabajo dedico principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres Gonzalo y Cecilia por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño, apoyo y esfuerzo incondicional me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el esfuerzo y valentía de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. Jamás me alcanzará la vida para agradecerles todo lo que han hecho por mí, esto es por ustedes y para ustedes.

A mis hermanas y hermano, Alexandra, Patricia, Paúl, sin ustedes hubiera sido imposible sobrellevar este largo camino, gracias que con su apoyo económico y moral me permitieron llegar a este momento.

Finalmente quiero dedicar esta trabajo a mi esposa Mayra por ser esa compañera idónea que Dios me regalo, gracias por la ayuda que me has brindado a lo largo de este camino inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas siempre fuiste muy motivadora, me ayudaste hasta donde te era posible, incluso más de eso, gracias por darme lo mejor de mi vida que son mis hijas, ellas me ayudaron a encontrar el lado dulce y no amargo de mi vida, ustedes son mi fuente de motivación para poder concluir con éxito este proyecto de tesis.

Christian

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana, por formar ese compromiso de responsabilidad y respeto a la sociedad, por medio de valores obtenidos de docentes de la Universidad Politécnica Salesiana que día a día fueron inculcando sus conocimientos mediante su ética profesional para llegar a convertir una situación desfavorable en favorable, cualquier desafío en una realidad para formarnos como ingenieros capaces de desempeñarnos en el ámbito profesional como espiritual.

A nuestro tutor Ing. Patricio Quitiaquez, por su plena colaboración, disposición en el desarrollo de este proyecto técnico, compartiendo de esta manera su conocimiento e inculcando que todo sacrificio tiene su recompensa.

INDICE

INDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
SIMBOLOGÍA	X
RESUMEN.....	XII
CAPÍTULO I	2
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	2
1.1 Alambre de acero galvanizado	2
1.1.1 Clasificación del alambre galvanizado	3
1.1.2. Propiedades del alambre	4
1.1.3. Características del alambre	5
1.1.4 Ventajas del alambre galvanizado	6
1.1.5. Usos frecuentes	6
1.2. Malla de alambre	8
1.2.1. Usos de la malla de alambre	8
1.2.2. Tipos de malla de alambre	8
1.3. Malla de torsión simple	9
1.3.1 Tipos de mallas de torsión simple.....	10
1.4 Tipos de máquinas para fabricar malla de alambre.....	10
1.4.1. Máquina automática modelo BCA-97	11
1.4.2. Máquina semiautomática modelo CLF-4	12
1.4.3 Máquina automática modelo WVR-500	13
1.5. Análisis de alternativas.....	14
1.5.1 Identificación de necesidades	14
1.5.2. Selección de la mejor alternativa	15
1.5.3. Ventajas y desventajas del uso de una tejedora de alambre semiautomática considerando el modelo CLF-4.....	16
1.6. Funcionamiento de una tejedora de alambre.....	17
1.7. Elementos de diseño.....	19
1.8 Formulación para el diseño	19
1.8.1 Diseño de la platina de arrastre.....	19
1.8.2. Diseño del eje principal	21
1.8.3. Diseño del motor eléctrico	22
1.8.4. Diseño de bandas y poleas	23

1.8.5 Diseño de uniones de sujeción para la porta matriz.....	25
1.8.6. Diseño de soldadura.....	28
CAPÍTULO II.....	30
2. CÁLCULOS Y DISEÑO	30
2.1. Cálculo de la platina de arrastre	30
2.1.1. Área de sección del alambre	30
2.1.2. Fuerza de deformación del alambre.....	31
2.1.3. Fuerza total ejercida sobre la platina	32
2.3. Cálculo del eje principal	37
2.4. Cálculo de la matriz	44
2.5. Cálculo de la potencia de motor	46
2.6. Cálculo de bandas y poleas	47
2.6.1. DISEÑO DE POLEAS	47
2.6.2. DISEÑO DE BANDAS	49
2.7. Cálculo de uniones de sujeción para la porta matriz	51
2.7.1. Cálculo de la rigidez del sujetador.....	51
2.7.2. Cálculo de la rigidez en la parte roscada	52
2.7.3. Cálculo de la rigidez del perno	52
2.7.4. Cálculo del número de pernos	53
2.8. Cálculo de soldadura.....	53
2.9 Construcción del mecanismo	55
2.10. Análisis de resultados	58
CAPÍTULO III.....	59
3.1 Análisis de costos	59
Gastos directos	59
3.1.1. Costos de materia prima	60
3.1.2. Costos de equipos y herramientas.....	60
3.1.3. Costos de procesos de construcción.....	61
3.1.4. Costos de mano de obra y diseño.....	61
Gastos indirectos.....	62
Costo total generado en el proyecto.....	62
3.2. Análisis financiero para la construcción del mecanismo	62
3.2.1 Punto de equilibrio	63
Costos Fijos.....	63
Precio de venta unitario	64

Costo variable unitario.....	65
3.2.2 Valor Actual Neto.....	66
3.2.3 Tasa interna de retorno (TIR)	68
3.2.4 Tiempo de recuperación de la inversión.....	68
INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN.....	70
Manual de operación.....	74
Operación del mecanismo.....	74
Montaje del alambre en el mecanismo.	74
Montaje de la platina de arrastre y matriz.....	74
Encendido del mecanismo.....	75
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA.....	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades Químicas del alambre de Acero Galvanizado [6].....	4
Tabla 2. Propiedades Mecánicas del alambre de Acero Galvanizado [6].....	4
Tabla 3. Peso mínimo de zinc por unidad de área [4].....	5
Tabla 4. Peso mínimo de zinc por unidad de área [4].....	5
Tabla 5. Resistencia máxima a la tracción de alambres [4].	6
Tabla 6. Alambre Galvanizado Ideal. [2].....	7
Tabla 7. Características Generales del modelo BCA-97 [11].....	11
Tabla 8. Características generales del modelo CLF-4	12
Tabla 9. Especificaciones generales de la máquina automática modelo WVR-500 [13].....	13
Tabla 10. Análisis comparativo de alternativas	16
Tabla 11. Proceso de mallado de forma artesanal.....	58
Tabla 12. Proceso de mallado de forma mecánica.	58
Tabla 13. Costos involucrados en materia prima.	60
Tabla 14. Costos involucrados de equipos y herramientas	60
Tabla 15. Costos de procesos de construcción.....	61
Tabla 16. Costos de mano de obra y diseño.....	61

Tabla 17. Gastos indirectos	62
Tabla 18. Costo total generado en el proyecto.	62
Tabla 19. Costos fijos del proyecto.....	64
Tabla 20. Costo de malla de alambre romboidal de 50 mm de eslabón de otros proveedores.	64
Tabla 21. Costos variables	65
Tabla 22. Flujos correspondientes a cada año.....	67
Tabla 23. Mantenimiento general de la máquina	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Malla de simple torsión [9].....	9
Figura 2. Máquina automática para hacer malla de alambre BCA-97 [11].	11
Figura 3. Máquina semiautomática modelo CLF-4 [12].....	12
Figura 4. Máquina automática modelo WVR-500 [13].	13
Figura 5. Casquillo para tejer alambre [14].	17
Figura 6. Base para rollo de alambre [15].....	18
Figura 7. Datos de tensión [16]	18
Figura 8. Geometría de la forma de soldadura en el perfil.....	29
Figura 9. Área de sección de alambre	31
Figura 10. Ángulos de la malla de alambre a partir del eslabón 50*50 mm.....	33
Figura 11. Dimensionamiento de la platina de arrastre.....	33
Figura 12. Fuerzas ejercidas en la platina de arrastre	34
Figura 13. Inercia de los ejes en la platina	35
Figura 14. Fuerzas ejercidas en el eje principal	37
Figura 15. Corte del eje principal.....	37
Figura 16. Diagrama de cuerpo libre con secciones en el eje principal.....	39
Figura 17. Sección 1, la distancia de 100 mm.....	39
Figura 18. Sección 2, la distancia de 200 mm.....	40
Figura 19. Sección 3, distancia de 300 mm.	41
Figura 20. Diagramas de fuerza cortante y momento flector.....	42
Figura 21. Medidas de la matriz para realizar malla de alambre de eslabón 50 * 50 mm	45

Figura 22. Paso de la matriz con eslabón de 50 mm * 50 mm.....	45
Figura 23. Diseño de poleas y bandas	47
Figura 24. Pernos de sujeción en porta matriz	51
Figura 25. Junta soldada en la estructura del mecanismo	54
Figura 26. Estructura metálica de perfil G de 150 mm x 50 mm.....	55
Figura 27. Acople del motor y poleas	56
Figura 28. Matriz del mecanismo.....	56
Figura 29. Malla tejida por el mecanismo.....	56
Figura 30. Proceso de templado por dados de tensión	57
Figura 31. Mesa de tejido del mecanismo.....	57
Figura 32. Punto de equilibrio.....	66

SIMBOLOGÍA

σ_f : Esfuerzo de fluencia

F: Fuerza.

A: Área.

δ : Deformación

F: Fuerza aplicada

L: Longitud del elemento

E: Módulo de elasticidad

σ_{max} : Esfuerzo máximo

M: Momento flexionante en la sección de interés.

C: Distancia del eje centroide.

I: Momento de inercia.

b: Base.

h: Altura

m: Masa

a: Aceleración

σ : Esfuerzo Flexionante

S: Módulo de sección circular.

τ : Esfuerzo cortante torsional

M_{max} : Momento máximo.

Z_p : Módulo de sección polar.

P: Potencia

F: Fuerza

v: Velocidad

N_1 = Número de revoluciones RPM

De: Diámetro del eje.

D: Diámetro de la polea mayor.

d: Diámetro de la polea menor.

c: Distancia entre centros.

θ_D : Ángulo de contacto del diámetro de la polea mayor.

θ_d : Ángulo de contacto del diámetro de la polea menor

H_a : Potencia permisible
 K_1 : Factor de corrección del ángulo de cobertura
 K_2 : Factor de corrección de longitud de banda
 H_{tab} : Potencia nominal de banda
 H_{nom} : Potencia nominal
 K_s : Factor de servicio
 N_b : Número de bandas
 H_d : Potencia del diseño
 H_a : Potencia permitida
 P_c : Potencia de la polea conductora
 η : Número de revoluciones
 K_t : Rigidez del sujetador en la parte roscada
 A_t : Área de esfuerzo sometido a tensión
 E : Módulo de elasticidad
 l_t : Longitud de la parte roscada de agarre
 l_d : Longitud de la parte sin rosca en agarre
 A_d : Área del diámetro mayor del sujetador
 K_b : Rigidez efectiva estimada del perno
 K_m : Rigidez de los elementos
 F_i : Precarga
 A_t : Área de esfuerzo sometido a tensión
 S_p : Resistencia mínima a la tensión
 N : Número de pernos
 F_i : Precarga
 n : Factor de diseño
 C_r : Constante de rigidez
 f_a : Fuerza real sobre la soldadura
 P_m : Peso del motor
 S_w : Factor Geométrico

RESUMEN

El presente proyecto técnico es el diseño, fabricación de un mecanismo capaz de producir malla de alambre galvanizado de forma romboidal con un eslabón de 50 mm, proceso por el cual al analizar las propiedades del alambre se establece que es factible el aumento de la producción de malla de alambre de forma semi industrial, sin la necesidad de una automatización de un dispositivo, sino con una máquina mecánica capaz de producir malla de alambre.

La máquina para fabricar malla de alambre se diseñó y se desarrolló con materiales que existen en el mercado local, sin la necesidad de importar elementos principales como la matriz de la malla de alambre para el eslabón requerido, favoreciendo de esta forma la economía en el país.

El análisis del proyecto establece las mejoras de producción en la fabricación de malla de alambre de forma romboidal en un tiempo menor al generar de forma artesanal, por lo cual producirá beneficios económicos en la mediana industria.

Palabras clave: malla de alambre, galvanizado, producción, semi industrial, forma romboidal, mecanismo mecánico.

ABSTRACT

This technical project is the design and manufacture of a mechanism capable of producing mesh galvanized wire of rhomboid shape with a 50 mm link process, where the analysis of wire's properties is set so that it is feasible to increase the production of shaped semi industrial wire mesh, without the need of the automation of the mechanism. Instead a mechanical mechanism able to produce wire mesh is used.

Machine to manufacture wire mesh was designed and developed with materials that exist in the local market without the need to import major elements; such as the matrix of the wire mesh for the required link, thus favoring the economy in the country.

The analysis of the project establishes production improvements in the manufacture of wire mesh of rhomboid shape in time saving, by creating it by hand, so it will produce economic benefits in the medium scale industry.

Key words: wire mesh, galvanized, semi-industrial, rhomboidal shape, production, mechanical mechanism

Objetivo general

Diseñar y construir una máquina para fabricar malla de alambre de forma romboidal de 2 m de alto y 10m de ancho con un eslabón de 50 mm.

Objetivos específicos

- Analizar el mercado de la materia prima y demás insumos necesarios para el proceso productivo de la elaboración de la malla de alambre.
- Estudiar alternativas que ofrece el diseño y construcción de la máquina.
- Realizar el diseño de la máquina de acuerdo con los parámetros técnicos de diferentes diámetros de alambre de acero que se puede conseguir en el mercado bajo la norma INEN 2201.
- Seleccionar el diseño, la distribución de los elementos y sistemas de la máquina mecánicos, eléctricos y electrónicos.
- Analizar los resultados obtenidos por la máquina.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

El presente capítulo establece la información acorde al alambre galvanizado el mismo que se emplea en la industria para la creación de diversos tipos de malla de alambre, partiendo por su clasificación, propiedades y características de este, además de las ventajas, usos y tipos de mallas de alambre que se utiliza en el país. La selección del mecanismo que se emplea en el mercado actual es variada desde mecanismos sencillos a mecanismo automatizados, por lo que el Capítulo I brinda la información de diferentes mecanismos existentes para la fabricación de malla de alambre. Partiendo de un análisis de alternativas e identificación de necesidades expuestas en el presente Capítulo obtendremos la mejor alternativa para la solución de necesidades de nuestro proyecto

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El alambre en la actualidad es aprovechado de diversas formas para obtener beneficios mediante la elaboración de varias actividades, entre las cuales se encuentra el tejido de alambre, proceso en el cual se elabora de una forma artesanal e industrial, tomando en consideración las variables involucradas en el proceso de elaboración de mallas de alambre. En su mayoría es fabricada con alambre de acero galvanizado para adaptarse a diversos terrenos, ambientes y usos, la elaboración de la misma es una metodología beneficiosa a la sociedad, debido a que las mismas se encuentran en la mayoría de nuestro entorno, ya sea de una forma de protección tanto a la sociedad como a nuestros animales.

Alambre de acero galvanizado

Se puede definir por alambre a todo tipo de hilo delgado que se puede obtener por trefilación de los diferentes metales de acuerdo con la propiedad de ductilidad que poseen los mismos, años atrás se denominaba alambre al cobre y sus aleaciones de latón y bronce [1].

La elaboración del alambre galvanizado se produce trefilando alambres de bajo contenido de carbono hasta adquirir un diámetro requerido. Antecediendo a este proceso, el alambre es enviado a un procedimiento de galvanizado, enfocado en la protección del acero contra la corrosión [2]. Al proporcionar una capa de zinc al acero se obtiene una superficie lisa y brillante en el producto, algunos autores Suárez - Villar et al [3], la galvanización es considerada como un proceso benefactor del acero acertado y perdurable, proceso que se realiza mediante inmersión en zinc fundido, protegiendo en su totalidad las superficies externas e internas de las piezas, partes huecas y otras áreas superficiales que ningún otro método de protección puede alcanzar, por lo tanto no es necesario un tratamiento adicional alguno.

1.1.1 Clasificación del alambre galvanizado

La república del Ecuador está regida con una norma llamada INEN, la cual establece normativas acordes a los requisitos dimensionales, químicos y mecánicos para generar el uso de los alambres de acero galvanizados [4]. La norma INEN 2201 establece la clasificación del alambre de acero galvanizado según el peso de recubrimiento por metro cuadrado:

- Clase 1
- Clase 3 ó A
- Clase B
- Clase C
- Clase regular

La norma INEN 2201 establece que los alambres de acero galvanizados están clasificados acorde a la resistencia a la tracción, estipulado por la tabla 6 analizada posteriormente clasificando de esta forma en:

- Duro,
- Suave y
- Normal

1.1.2. Propiedades del alambre

El alambre de acero aporta de una forma muy variable a la industria, en su gran mayoría a la industria de la construcción. Este campo debe otorgar una importancia considerable a la seguridad, debido a esto el material debe ofrecer una calidad acorde a la necesidad. La exigencia del alambre conlleva a diversas propiedades entre las cuales se encuentra propiedades físicas, químicas y mecánicas [5].

Las propiedades que se da a conocer están establecidas bajo la norma, American Society for Testing and Materials, (ASTM-A-641) especificaciones estándar que van acorde con el alambre de acero al carbón recubierto de zinc (galvanizados) [6].

La Tabla 1 presenta los porcentajes de carbono, magnesio, fósforo, azufre, silicio, establecidos por la norma ASTM-A-641, la cual lleva las especificaciones estándar del alambre de acero galvanizado, las misma que se procede mediante pruebas de adherencia. [6]

% Carbono	% Magnesio	% Fósforo	%Azufre	% Silicio
0.068 – 0.070	0.300 – 0.310	0.030 – 0.040	0.035 – 0.045	0.075 – 0.085

Tabla 1. Propiedades Químicas del alambre de Acero Galvanizado [6].

La Tabla 2 muestra la resistencia mínima a la tensión y máxima para cada diámetro de alambre, estableciendo con unidades de 42.65 (Kpsi) para una tensión mínima y 45 (kpsi) para una tensión máxima en todos los diámetros, los mismos que están compuestos con una capa de zinc de 25 (gr/cm²) en todos los diámetros del alambre galvanizado.

Calibre	Diámetro (mm)	Diámetro (in)	Resistencia a la tensión (Kpsi) mínimo	Resistencia a la tensión (kpsi) máximo	Capa de zinc (gr/cm ²) mínimo
12.5	2.46 – 2.56	0.097 – 0.101	42.65	45	25
14.5	1.89 - 1.96	0.074 – 0.078	42.65	45	25
16	1.54 – 1.60	0.060 – 0.064	42.65	45	25
18	1.16 – 1.22	0.045 – 0.049	42.65	45	25
20	0.84 – 0.90	0.033 – 0.035	42.65	45	25

Tabla 2. Propiedades Mecánicas del alambre de Acero Galvanizado [6].

La Tabla 3 y 4 establece los requisitos de recubrimiento mínimo para las diversas clases de alambre con excepción de la clase regular, propiedades químicas que rige la norma INEN [4]

Diámetro del Alambre		Recubrimiento Clase 1
Desde (mm)	Hasta (mm)	g/m ²
0.20	< 0.25	20
0.25	< 0.40	25
0.40	< 0.50	30
0.50	< 0.60	35
0.60	< 0.80	40
0.80	< 1.10	45
1.10	< 1.50	55
1.50	< 1.90	65
1.90	< 2.30	75
2.30	< 3.30	85
3.20	< 4.00	100
4.00	< 4.90	115
4.90	< 5.90	150
5.90	O mayores	190

Tabla 3. Peso mínimo de zinc por unidad de área [4].

Diámetro del alambre		Clase 3 ó	Clase B	Clase C
Desde (mm)	Hasta (mm)	A (g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)
>1.30	≤ 1.60	180	360	540
>1.60	≤ 1.90	210	420	630
>1.90	≤ 2.30	220	440	660
>2.30	≤ 2.70	230	460	690
>2.70	≤ 3.10	240	480	720
>3.10	≤ 3.50	260	520	780
>3.50	≤ 3.90	270	540	810
>3.90	≤ 4.50	275	550	825
4.51	O mayor	300	600	900

Tabla 4. Peso mínimo de zinc por unidad de área [4].

1.1.3. Características del alambre

Existen diferentes tipos y calidades de alambre de acuerdo con las aplicaciones que tengan. Del mismo modo el diámetro del alambre es muy variable y no existe un límite exacto cuando un hilo pasa a denominarse varilla o barra en vez de alambre. La principal característica del alambre es que permite enrollarse en rollos o bobinas

de diferentes longitudes que facilitan su manipulación y transporte [1]. Las características mecánicas que estipula la norma INEN 2201 con relación a los alambres de acero galvanizados están establecidas en la Tabla 5. La realización de ensayos se desarrolló de acuerdo con la norma NTE INEN 127, la cual determina la resistencia máxima a la tracción [4].

Diámetro de alambre		Suave (MPa)	Normal (MPa)	Duro (MPa)
Desde (mm)	Hasta (mm)			
0.20	< 2.00	450	690	825
2.00	< 2.50	515	655	795
2.50	< 4.70	485	620	760
4.70	O mayor	485	585	725

Tabla 5. Resistencia máxima a la tracción de alambres [4].

1.1.4 Ventajas del alambre galvanizado

El alambre galvanizado proporciona diversas ventajas entre las cuales destacan:

- Mayor vida útil: Cualquier elemento galvanizado proporciona una extensa duración dependiendo el grado de exposición con diversos agentes como el ambiente.
- No se dispone de costo de mantenimiento: al realizar el proceso de galvanizado no es necesario proceder a realizar el pintado sobre la superficie ni elaborar ningún mantenimiento.
- Mejora la relación costo – beneficio.
- Eficiente resistencia y espesor de la capa: la aleación sometida a tensión otorga gran resistencia a golpes y raspaduras.
- Resiste al medio ambiente sin ningún cambio en sus propiedades. [2]

1.1.5. Usos frecuentes

Un factor amplio en la industria es la fabricación de todo tipo de mallas, gaviones, cables de acero, clips. En el sector agrícola se obtiene la construcción de espalderas,

cercos lisos y huertos frutales. En el área de construcción se elabora para amarre de encofrados y varillas. Es utilizado también para artesanías, ataduras, empaques de mercancías, corrales, viñedos, entre otros. [2]

En la Tabla 6 se observa los diferentes diámetros existentes en el mercado ecuatoriano, la cual sin depender del diámetro del alambre la capa de zinc esta proporcionada por 50 g/m², en dos presentaciones diferentes, con un alambre de calibre 4 hasta 16 se obtiene la presentación de 44Kg, con calibre de 18 a 24 respectivamente se obtiene la presentación de 20 kg, esto para su comercialización en el interior del país.

Código	Diámetro (mm)	Calibre	U/M	Presentación n [kg]	Kg/m	m/kg	Área Trans. [cm ²]	Capa de zinc [g/m ²]
187936	6.10	4	rollo	44	0.229	4.36	0.292	50
187937	5.29	6	rollo	44	0.167	6.00	0.212	50
187938	4.20	8	rollo	44	0.109	9.19	0.139	50
187939	3.80	9	rollo	44	0.089	11.23	0.113	50
187940	3.45	10	rollo	44	0.073	13.63	0.093	50
187941	3.10	11	rollo	44	0.059	16.88	0.075	50
187942	2.80	12	rollo	44	0.048	20.69	0.062	50
187943	2.60	12.5	rollo	44	0.042	23.99	0.053	50
187944	2.45	13	rollo	44	0.037	27.02	0.047	50
187945	2.15	14	rollo	44	0.028	35.09	0.036	50
187946	1.70	16	rollo	44	0.018	56.12	0.023	50
187947	1.25	18	rollo	20	0.010	103.8	0.012	50
187948	0.90	20	rollo	20	0.005	200.2	0.006	50
187949	0.70	22	rollo	20	0.003	331.0	0.004	50
187950	0.55	24	rollo	20	0.002	536.1	0.002	50

Tabla 6. Alambre Galvanizado Ideal. [2]

Conclusión: El diámetro que se aplicará en cálculos, y proceso de mallado es el alambre de diámetro 3.45 mm, calibre 10.

1.2. Malla de alambre

La malla de alambre o también conocido como tejido metálico es una elaboración mediante el tejido de forma manual o mediante un proceso elaborado por una máquina o mecanismo con alambre galvanizado de diferentes clases comerciales doblándose y entrelazándose entre sí, estos alambres son tensados para ofrecer una mayor resistencia, dando como resultado diferentes formas de mallado, en formas de rombo, hexagonal, eslabón o celda.

Los materiales más utilizados en la fabricación de mallas de alambre son materiales estirables, y en particular: acero inoxidable, acero al carbón, galvanizado, latón, cobre, bronce fosfórico, etc.

1.2.1. Usos de la malla de alambre

En función de las necesidades y aplicaciones la malla de alambre tiene diferentes usos, entre los más frecuentes se encuentran:

- Cerramientos de parques, áreas deportivas, canchas, etc.
- Jaulas para diferentes tipos de animales.
- Filtros, tamiz, mosquitero y alimentos.
- Filtro en industria del caucho y plásticos.
- Granulo de tamizado diversificado, polvo, vidrio y arcilla de porcelana [7].

1.2.2. Tipos de malla de alambre

En el mercado actual la necesidad de contar con diversos tipos de mallas de alambre es importante debido a la demanda, la misma que cada día va aumentando las exigencias de los consumidores.

- Malla de simple torsión
- Malla electrosoldada

- Malla de gaviones
- Malla ondulada
- Malla ondulada cuadrada

1.3. Malla de torsión simple

La malla de simple torsión es un enrejado galvanizado en caliente cuya principal característica es que tiene forma de rombo y tiene un precio asequible, lo que lo convierte en una solución que se puede integrar en cualquier entorno. Puede implementarse en cualquier variedad de obra, ya sea en jardines y parques, instalaciones industriales, instalaciones deportivas, etc. La malla de simple torsión Figura 1 se adapta con facilidad a zonas desniveladas, su reparación es muy sencilla y es muy resistente contra impactos, por lo que está asegurada su durabilidad. [8].

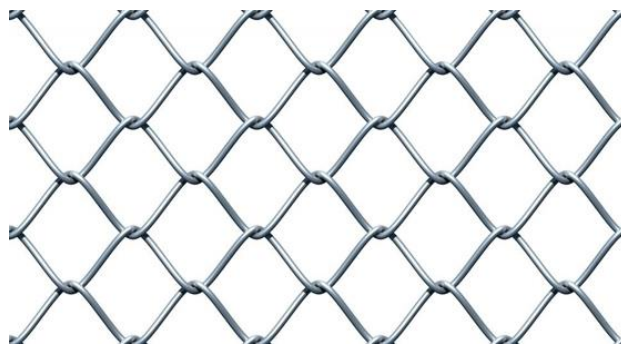


Figura 1. Malla de simple torsión [9].

La malla de simple torsión es muy vendida porque se adapta a todos los terrenos, ambientes y usos. Es muy manejable pues se puede cortar, coser, empalmar y elaborar en diferentes tamaños. A esto hay que sumar su bajo precio, resistencia y seguridad. Es un producto galvanizado y se vende en diferentes diámetros y con una variedad de accesorios según la necesidad a cubrir. Estas mallas metálicas se pueden plastificar y añadirle un recubrimiento de policloruro de vinilo para evitar que sufran de corrosión ya sea por la lluvia, la suciedad, el paso del tiempo y las condiciones climáticas. Debido a sus características las mallas de simple torsión son ideales para todo tipo de cerramiento [10].

1.3.1 Tipos de mallas de torsión simple

Al ser una malla frecuente existen diversos tipos, debido a su facilidad de proceso, colocación, resistencia a los factores climáticos entre los cuales destacan:

- Malla de simple torsión.
- Malla de simple torsión galvanizada en caliente.
- Malla de simple torsión galvanizada en plástico.
- Malla de simple torsión galvanizada y plastificada

Para nuestro proyecto se elaborará la malla de simple torsión, siendo esta la opción más económica en beneficio a la comunidad que se verifica posteriormente.

1.4 Tipos de máquinas para fabricar malla de alambre

La producción de malla de alambre en la actualidad genera grandes beneficios en las pequeñas, medianas y grandes empresas a nivel mundial. Las empresas encargadas de la fabricación de estos mecanismos generan máquinas de forma manual, semiautomática y automática, aportando así grandes beneficios en los tres aspectos. En el mundo la empresa SESTA localizada en Rusia genera equipos para manufactura de mallas de alambre, los mismos que son operados en toda Rusia siendo los primeros en la fabricación de estos equipos [11].

La empresa MANEKLAL, ubicada en la India, cuenta con una experiencia de ochenta y cinco años en el mercado laboral, especializada en la fabricación de máquinas para la pequeña y mediana empresa, la misma que genera ventas de los equipos en todas partes del mundo.

Los modelos establecidos por las empresas ya mencionadas son muy amplios, a continuación, se indica los modelos más utilizados a nivel de América Latina:

1.4.1. Máquina automática modelo BCA-97

Máquina automática Figura 2 de fácil mantenimiento y reparación, con un funcionamiento prácticamente en todos los territorios de la antigua Unión Soviética e incluido en América Latina. Mecanismo muy versátil permitiendo la fabricación de malla de alambre en un rango de 15 a 60 mm [11].



Figura 2. Máquina automática para hacer malla de alambre BCA-97 [11].

La Tabla 7, presenta todas las características del modelo BCA-97 máquina elaborada por la empresa SESTA, las misma que estipula la utilización de alambre con diámetro de 1 a 3 mm, cualquier tipo de alambre de bajo contenido de carbono de calidad ordinaria.

Características de la máquina	
Longitud	4200 mm
Ancho	2200 mm
Altura	1700 mm
Peso	700 kg
Consumo	2.2 kW
Voltaje	380 V, (3 fases)
Diámetro del alambre	1 a 3 mm
Tamaño de la celda	15-55 mm

Tabla 7. Características Generales del modelo BCA-97 [11].

1.4.2. Máquina semiautomática modelo CLF-4

Máquina semiautomática Figura 3, encargada de desarrollar el proceso de mallado automáticamente, la misma que puede ser modificada en su matriz con diferentes juegos de herramientas acorde al tamaño de eslabón de la malla, con intervención humana en el corte y tejido de alambre [12].



Figura 3. Máquina semiautomática modelo CLF-4 [12].

Las características presentadas en la Tabla 8, estipula máquina de tres velocidades con polea de 3 pasos, fabricada por la empresa MANEK ubicada en la India, velocidad lenta para mallas de 100 a 150 mm, velocidad mediana para mallas de 50 a 90 mm, velocidad alta para mallas de 25 a 45 mm.

Características de la máquina	
Abertura de la malla	25-150 mm
Diámetro de alambre	2 – 4 mm
Ancho	Según requerimiento
Capacidad de producción	8.0 a 8.5 m/min
Motor	3 HP
Peso neto / bruto	550 / 900 kilos
Dimensiones	1.7×1.4×1.4 mm

Tabla 8. Características generales del modelo CLF-4

1.4.3 Máquina automática modelo WVR-500

La Figura 4, ilustra la composición completa de un sistema automático con sus respectivas partes y elementos. Máquina para elaborar malla de alambre de forma romboidal con sistema automático de última generación que genera una alta producción y un tiempo de inactividad mínimo, programando de esta forma configuraciones específicas en la salida del producto [13].

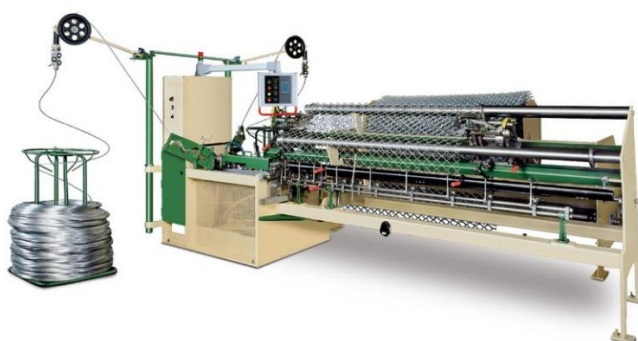


Figura 4. Máquina automática modelo WVR-500 [13].

La Tabla 9, indica las principales especificaciones de la máquina generada en la empresa BERGANDI, la cual cuenta con más de 85 años de experiencia en la producción de maquinaria, con una muy variada gama de productos en la industria del proceso de alambre y metal.

Especificaciones	
Altura de la malla	0.5 a 6 m dependiendo la longitud de la máquina
Velocidad de producción	260 m ² por hora
Diámetros de alambre	1.8 mm a 4.9 mm
Material del alambre	Aluminizado, aluminio, galvanizado, alambre recubierto de plástico de latón.
Velocidad del tejido	200 rpm – 1175 rpm

Tabla 9. Especificaciones generales de la máquina automática modelo WVR-500 [13].

1.5. Análisis de alternativas

Los parámetros optimizados en el análisis de alternativas están establecidos en diferentes valorizaciones, la cual permitirá seleccionar la alternativa más eficiente, la misma que permitirá la construcción de una máquina tejedora de alambre de acero galvanizado, llevando a cumplir las necesidades requeridas y acatando los objetivos expuestos anteriormente.

1.5.1 Identificación de necesidades

La identificación de necesidades a resolver con lleva analizar los siguientes parámetros:

- **Rendimiento:** Los factores importantes que intervienen en un excelente rendimiento serán: diámetro de alambre, tipo de material, capacidad de producción, abertura de la malla, el motor a utilizar.
- **Producción:** Al construir un mecanismo que satisfaga las necesidades de producción, es necesario una máquina con dimensiones acordes al lugar de trabajo, cuya producción sea la deseada.
- **Operación simple:** Estipula un aspecto que permita la manipulación de la máquina de una forma sencilla y segura, con la seguridad que se evitará accidentes laborales y estrés laboral por motivo de una inapropiada operación del equipo.
- **Facilidad de construcción:** Es apropiado una máquina que sea fácil de construir en un tiempo acorde al proyecto, de la misma forma sea factible la obtención de los diversos materiales para su elaboración y ensamble de sus elementos.
- **Costos de construcción:** Al fabricar una máquina es un parámetro con carácter esencial en la toma de decisiones, el cual será un indicador de los precios de los materiales, mano de obra, adquisición de piezas, y elaboración de estas, lo que permite establecer el financiamiento del proyecto desde su diseño hasta su construcción.

- **Mantenimiento:** Los factores de mantenimiento son los encargados de estimar los costos de este, además de elementos y repuestos para garantizar el funcionamiento correcto de la máquina, tomando en cuenta que el proceso de desarrollo de malla de alambre será continuo, por lo que es adecuado evitar contratiempos en la producción.

Los parámetros ya referidos son elementales para formular un diseño definitivo, ya que acorde a un análisis de cada uno de estos se establece la mejor alternativa del mecanismo a desarrollar.

1.5.2. Selección de la mejor alternativa

Previo al análisis de alternativas se realizó un estudio de tres modelos diferentes para la obtención de la malla de alambre, así como las características de cada máquina, obteniendo como la mejor solución el modelo semiautomático lo que se estableció como alternativa 1, modelo automático BCA-97, alternativa 2, modelo automático WVR-500 alternativa 3. Los parámetros a tomar en consideración son establecidos en la siguiente ponderación en una escala de 1 al 5, donde:

- 5 = Excelente
- 4 = Muy buena
- 3 = Buena
- 2 = Regular
- 1 = Mala

Análisis de alternativas

Parámetros	Alternativas		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rendimiento	5	5	5
Producción	4	4	5
Simplicidad de operación	3	5	5
Facilidad de construcción	4	3	2
Costos de construcción	4	3	2
Mantenimiento	4	2	3
TOTAL	24	22	22

Tabla 10. Análisis comparativo de alternativas

La Tabla 10 estipula la alternativa más acorde al proyecto, obteniendo como resultado a favor la alternativa 1, modelo semiautomático.

1.5.3. Ventajas y desventajas del uso de una tejedora de alambre semiautomática considerando el modelo CLF-4.

Ventajas

- Genera una eficiencia acorde a la producción requerida.
- La fabricación es sencilla, además de contar con materiales de fácil adquisición en el medio.
- Modifica su matriz con diferentes juegos de herramientas acorde al tamaño de la malla de alambre.
- Fácil de operar con dimensiones acorde al espacio disponible.
- El mantenimiento se realiza de una forma sencilla y práctica con un costo adecuado.
- Genera seguridad en su manipulación.

Desventajas

- El corte del alambre se realiza de forma manual.
- Necesita ser supervisada por un operario.
- No dispone de un programa de configuraciones específicas de salida del producto.

1.6. Funcionamiento de una tejedora de alambre

El mecanismo que genera el tejido de alambre de forma romboidal es proporcionado por un motor que transmite el movimiento a través de bandas o cadenas al eje central de la máquina, la misma que está sujeta a una herramienta matriz de forma helicoidal llamado casquillo encargada de dar forma y tamaño de eslabón al alambre.

Las figuras 5 ilustra el desarrollo del mecanismo de igual manera los casquillos existentes para diferentes medidas de eslabón las mismas que son elaboradas con aceros para herramientas con un tratamiento térmico adecuado.



Figura 5. Casquillo para tejer alambre [14].

Los casquillos expuestos anteriormente son alimentados con alambre galvanizado, el mismo que es ubicado en una base Figura 6, encarda de un fácil desenrollamiento del rollo de alambre pasando por una polea permitiendo el acceso a la tensión por dados,

los mismos que proporcionan la tensión y orientación adecuada del alambre para el desarrollo del tejido del producto. Por lo general, los dados mencionados son colocados de una forma alternada arriba y abajo respectivamente.



Figura 6. Base para rollo de alambre [15]

La Figura 7 presenta la ubicación de los dados previo al proceso de tejido.



Figura 7. Dados de tensión [16]

El eje conectado al casquillo se encarga de arrastrar el alambre previo el paso por los dados de tensión, obteniendo como resultado final el tamaño de eslabón de la malla de alambre requerida. Estipulando la presencia de deformación al momento de doblar el alambre, existe un sistema de lubricación en el proceso de tejido de alambre, por medio de una bomba, figura 5, dando como resultado un producto de alta calidad.

1.7. Elementos de diseño

Previamente seleccionada la mejor alternativa se desarrollará el análisis de diseño de una máquina para realizar mallas de alambre, el mismo que reducirá tiempos en la producción con eslabón de 50 mm. Partiendo por el análisis de la producción de la máquina, las diferentes partes y elementos que conforman el mecanismo serán puntos importantes a considerar, además de las diversas fuerzas que ejercerá el mecanismo.

La lista expuesta proporciona los elementos y partes elementales de la máquina para tejer malla de alambre de forma romboidal:

- Motor.
- Bandas o poleas.
- Platina de arrastre
- Eje principal.
- Matriz (casquillo para eslabón de 50 mm).
- Dados de tensión.
- Chumaceras.
- Bomba de lubricación.
- Estructura para desplazar el rollo de alambre.
- Estructura.
- Sensor de revoluciones
- Pedal de encendido y apagado.

1.8 Formulación para el diseño

1.8.1 Diseño de la platina de arrastre

La platina es el elemento que soportará cargas y fuerzas, dado que es el gestor de arrastrar, transportar la cantidad necesaria de alambre al casquillo, para de esta

manera generar la forma del mallado de alambre, por lo cual se establece las fórmulas que permitirán un diseño acorde a la necesidad requerida en el mecanismo, las mismas que son expuestas a continuación.

El esfuerzo de fluencia (σ_f) será analizado con la ecuación 1, a partir de datos ya establecidos en la tabla 6 para efectos del área y peso del alambre.

$$\sigma_f = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Donde:

σ_f : Esfuerzo de fluencia

F: Fuerza.

A: Área.

Diseñado el esfuerzo de fluencia de la platina se procede a establecer la deformación (δ) mediante la ecuación 2.

$$\delta = \frac{F \cdot L}{E \cdot A} \quad (2)$$

Donde:

δ : Deformación

F: Fuerza aplicada

L: Longitud del elemento

E: Módulo de elasticidad

Analizado el esfuerzo de fluencia de la platina a partir de la ecuación 1, se establece el cálculo del esfuerzo máximo (σ_{\max}) por la ecuación 3.

$$\sigma_{\max} = \frac{MC}{I} \text{ o } \frac{M}{S} \quad (3)$$

Donde:

σ_{\max} : Esfuerzo máximo

M: Momento flexionante en la sección de interés.

C: Distancia del eje centroide.

I: Momento de inercia.

S: Módulo de sección circular.

Considerando que la platina tiene una forma rectangular, facilita el cálculo de su inercia en los ejes X, Y respectivamente la cual se establece en la fórmula 4.

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (4)$$

Donde:

I: Momento de inercia.

b: Base.

h: Altura.

1.8.2. Diseño del eje principal

El eje principal del mecanismo es elemento por considerar, debido a que el mecanismo dependerá del análisis de fuerzas que ejercen en el eje, fuerzas que se evaluará a partir de la segunda ley de Newton expresada en la ecuación 5.

$$\sum F = m \cdot a \quad (5)$$

Donde:

F: Fuerzas ejercidas en el elemento

m: Masa

a: Aceleración

Según Robert Mott [17], determina que las ecuaciones de esfuerzo flexionante (σ) y esfuerzo cortante torsional (τ) empleadas para ejes redondos sólidos, giratorios, son las siguientes:

$$\sigma = \frac{M}{S} \quad (6)$$

Donde:

σ : Esfuerzo Flexionante

M: Momento Flexionante.

S: Módulo de sección circular.

Las propiedades de módulo de sección circular (S) esta expresado en la ecuación 7.

$$\tau = \frac{M_{max}}{Z_p} \quad (7)$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante torsional

M_{max} : Momento máximo.

Z_p : Módulo de sección polar.

Facilitando el diseño del eje principal se obtienen el módulo de sección circular (S) y módulo de sección polar (Z_p) con las siguientes ecuaciones 8 y 9:

$$S = \frac{\pi \cdot D^3}{32} \quad (8)$$

$$Z_p = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \quad (9)$$

Donde:

S: Módulo de sección circular.

De: Diámetro de eje

Z_p : Módulo de sección polar.

1.8.3. Diseño del motor eléctrico

El elemento que genera la rotación y brindará la potencia necesaria al mecanismo de tejido de alambre es un motor eléctrico, por consiguiente, se establece su potencia (P) partiendo de la ecuación 10.

$$P = F \cdot v \quad (10)$$

Donde:

P: Potencia

F: Fuerza

v: Velocidad

1.8.4. Diseño de bandas y poleas

Las poleas son elementos que transmiten el movimiento de un sistema eléctrico por medio de la fricción que existe entre las bandas y poleas llamadas polea motriz y polea conducida.

La misma que se puede establecer su análisis por la ecuación 11.

$$N_1 \cdot D_1 = N_2 \cdot D_2 \quad (11)$$

Donde:

N_1 = Número de revoluciones RPM

D = Diámetro de la polea.

Según Shigley [18] las bandas planas tienen ventajas que actúan en las transmisiones de engranes y las de bandas en V, obteniendo así una eficiencia entre el 98% que se asemeja a la transmisión por engranes, de igual manera la eficiencia varía entre 70 y 96% , produciendo un menor ruido y mayor absorción en la vibración, para lo cual se establece el cálculo de ángulos de contacto (Θ) obtenidos a partir de las siguientes ecuaciones 12 y 13:

$$\theta_d = \pi - 2\text{sen}^{-1} \left[\frac{D - d}{2c} \right] \quad (12)$$

$$\theta_D = \pi + 2\text{sen}^{-1} \left[\frac{D - d}{2c} \right] \quad (13)$$

Donde:

θ_D : Ángulo de contacto del diámetro de la polea mayor.

θ_d : Ángulo de contacto del diámetro de la polea menor.

D : Diámetro de la polea mayor.

d : Diámetro de la polea menor.

c : Distancia entre centros.

Establecido el análisis de ángulos de contacto se procede al cálculo de la longitud de la banda (L) mediante la ecuación 14.

$$L = 2 \cdot c + 1.57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4 \cdot c} \quad (14)$$

Donde:

D: Diámetro de la polea mayor.

d: Diámetro de la polea menor.

c: Distancia entre centros.

La potencia transmitida está dada por la potencia permisible (H_a) expresado en caballos de fuerza la misma que está expuesta con fórmula 15.

$$H_a = K_1 \cdot K_2 \cdot H_{tab} \quad (15)$$

Donde:

H_a : Potencia permisible

K_1 : Factor de corrección del ángulo de cobertura

K_2 : Factor de corrección de longitud de banda

H_{tab} : Potencia nominal de banda

La potencia del diseño (H_d) está basada en la fórmula 16.

$$H_d = H_{nom} \cdot k_s \cdot n_d \quad (16)$$

Donde:

H_{nom} : Potencia nominal

K_s : Factor de servicio

N_d : Factor de diseño

Por lo cual el número de bandas (Nb) será calculada con la fórmula 17.

$$N_b = \frac{H_d}{H_a} \quad (17)$$

Donde:

N_b : Número de bandas

H_d : Potencia

H_a : Potencia permitida

Para el factor de seguridad (η_{fs}) se calcula con la ecuación 18 estipulada a continuación:

$$\eta_{fs} = \frac{H_a \cdot N_b}{H_{nom} \cdot k_s} \quad (18)$$

El análisis del diseño de la potencia de la polea conductora está dado por la fórmula 19.

$$D = \frac{1000}{1200} \cdot \left(\frac{P_c}{\eta} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (19)$$

Donde:

D: Diámetro de la polea mayor (mm)

P_c : Potencia de la polea conductora

η : Número de revoluciones

1.8.5 Diseño de uniones de sujeción para la porta matriz

El mecanismo empleará pernos de sujeción los mismos que serán aplicados en la porta matrices de la máquina, el diseño de los pernos implica el diseño de la rigidez del sujetador (K_t) estableciendo las fórmulas 20, 21, 22 siguientes:

$$K_t = \frac{A_t \cdot E}{l_t} \quad (20)$$

$$K_d = \frac{A_d \cdot E}{l_d} \quad (21)$$

$$K_b = \frac{A_d \cdot A_t \cdot E}{A_d \cdot l_t + A_t \cdot l_d} \quad (22)$$

Donde:

K_t : Rigidez del sujetador en la parte roscada

A_t : Área de esfuerzo sometido a tensión

E : Módulo de elasticidad

l_t : Longitud de la parte roscada de agarre

l_d : Longitud de la parte sin rosca en agarre

A_d : Área del diámetro mayor del sujetador

K_b : Rigidez efectiva estimada del perno

Establecida la rigidez en la parte roscada permite obtener la ecuación 23, la misma que se emplea en pernos estándar de cabeza hexagonal y tornillos con cabeza, considerando que la cara de la arandela es aproximadamente 50% mayor que el diámetro del sujetador se obtendrá:

$$k_m = \frac{0.5774 \cdot \pi \cdot E \cdot d}{2 \ln\left(5 \cdot \frac{0.5774l + 0.5d}{0.5774l + 2.5d}\right)} \quad (23)$$

Donde:

K_m : Rigidez de los elementos

l : Espesor de agarre

d : Diámetro del perno

El perno empleado en el mecanismo soportará una carga externa de tensión, lo que permite que la conexión se alargue o estire a través de una distancia, por lo cual dicha elongación puede relacionarse con la rigidez, para esto se emplea una ecuación 24 llamada constante de rigidez.

$$C_r = \frac{K_b}{K_b + K_m} \quad (24)$$

Donde

C_r : Constante de rigidez

La precarga que establece los pernos en el diseño del mecanismo se establece la fórmula 25.

$$F_i = 0.75 \cdot A_t \cdot S_p \quad (25)$$

Donde:

F_i : Precarga

A_t : Área de esfuerzo sometido a tensión

S_p : Resistencia mínima a la tensión

El diseño de la precarga facilita el diseño del mecanismo, obteniendo así el número necesario de pernos, utilizando la fórmula 26.

$$N = \frac{C_n \cdot F}{S_p \cdot A_t - F_i} \quad (26)$$

Donde:

N : Número de pernos

F : Esfuerzo de fluencia

F_i : Precarga

El factor del diseño se establece con la fórmula 27.

$$n = \frac{S_p \cdot A_t \cdot F_i}{C \cdot \frac{F}{N}} \quad (27)$$

Donde:

n: Factor de diseño

C: Constante de rigidez.

1.8.6. Diseño de soldadura

Según Robert Mott [17], la soldadura permite que la unión soldada obtenga el mismo espesor nominal en los elementos. El proceso de soldadura en la máquina será empleado en la estructura metálica; es decir, la base, mesa, soporte del rollo de alambre, entre otros, por lo que se utilizará electrodo del tipo E6011, lo cual establece un esfuerzo admisible cortante (S_y) de 13600 psi, para efectos de cálculo de la fuerza / pulgada² de soldadura (f) se aplicará la fórmula 28:

$$f_a = \frac{P_m}{S_w} \quad (28)$$

Donde:

f_a : Fuerza real sobre la soldadura

P_m : Peso del motor

S_w : Factor geométrico

El factor geométrico para el análisis de soldadura establece la ecuación 29.

$$A_w = b + 2d \quad (29)$$

El factor geométrico está considerado por efecto del modelo de la estructura por lo que se empleará la fórmula 30:

$$S_w = \frac{bd + d^2}{3} \quad (30)$$

La figura 8 representa la geometría de la forma de soldadura en el perfil.

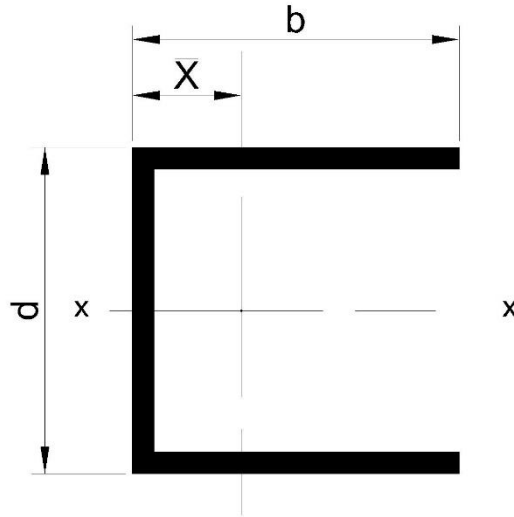


Figura 8. Geometría de la forma de soldadura en el perfil

Donde el centro de cordón de soldadura anexo G se emplea con la fórmula 31 expuesta a continuación:

$$\tilde{X} = \frac{b^2}{2b + d} \quad (31)$$

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

El capítulo por considerar implica cálculos requeridos al diseño de los elementos fundamentales del mecanismo que se estableció en el capítulo anterior, de la misma forma se establece la selección de elementos normalizados en relación con resultados del diseño, los mismos que permiten la optimización y correcto análisis del proyecto.

Los cálculos empleados en el presente Capítulo se analizarán de forma estática, debido al requerimiento del proceso de mallado, el cual implica revoluciones muy bajas. Por consiguiente, el estudio llevado a cabo no tiene análisis de fatiga y no se aplica en este caso.

2. CÁLCULOS Y DISEÑO

2.1. Cálculo de la platina de arrastre

El esfuerzo aplicado en el alambre de acero galvanizado se obtiene a partir de la tabla 5, de igual manera el diámetro del alambre se consigue de la tabla 6. Se considera los datos de los anexos A (Tabla A:1 y A:2), respectivamente, generando los valores establecidos a continuación:

d: Diámetro del alambre = 3.45 mm.

σ : 485 MPa.

2.1.1. Área de sección del alambre

A partir de un estudio de la sección del alambre expuesta en la figura 9, se establece el área del alambre ecuación 32, para posterior análisis de carga en el mecanismo.

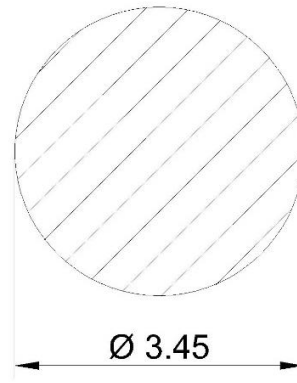


Figura 9. Área de sección de alambre

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad (32)$$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot (3.45 \text{ mm})^2$$

$$A = 9.35 \text{ mm}^2$$

Calculado el área y el dato de esfuerzo, se procede a calcular la fuerza que ejercerá, despejando la fuerza en la ecuación 1, se obtiene:

$$F = \sigma \cdot A$$

$$F = 485 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 9.35 \text{ mm}^2$$

$$F = 4534.75 \text{ N}$$

2.1.2. Fuerza de deformación del alambre

El análisis del mecanismo implica valorar la máxima resistencia a la tracción ya que se desea dar forma al alambre mas no fracturar el mismo. Por con siguiente, el valor para dicho análisis estipulado en la tabla 5 del capítulo anterior, se considera a continuación:

Resistencia máxima a la tracción = 485 Mpa

CONCLUSIÓN: El dato de tracción para proceso de cálculo del mecanismo tejedor de alambre se considera de 600 Pa.

Resistencia a la tracción para fines de cálculo=485 MPa

De esta forma el mecanismo de tejido de alambre, no excederá dicho valor por condiciones que se desea generar un doblado que no excede la resistencia máxima a la tracción, la misma que provocará su ruptura.

2.1.3. Fuerza total ejercida sobre la platina

La fuerza total existente en el mecanismo se considera a la fuerza calculada mediante el esfuerzo de fluencia analizado posteriormente, la que establece la fórmula 1, por consiguiente, se obtiene:

$$F_T = F$$

Donde:

F_T : Fuerza total

F : Fuerza ejercida mediante el análisis del esfuerzo de fluencia.

Reemplazando dicha formulación se obtendrá la fuerza total ejercida en el elemento más importante como es la platina de arrastre:

$$F_T = 4534.75 \text{ N}$$

Altura de la platina

Establecido los ángulos en la malla de alambre a partir del eslabón de 50 x 50 mm se obtiene la figura 10 con los siguientes datos, los mismos que permiten el análisis de la altura de la platina.

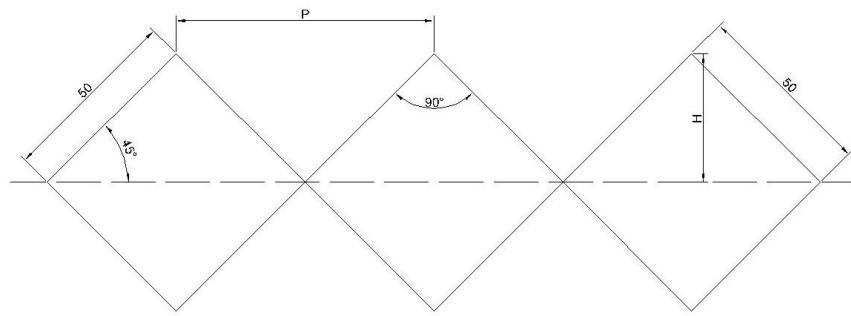


Figura 10. Ángulos de la malla de alambre a partir del eslabón 50*50 mm

$$\sin 45 = \frac{H}{50}$$

$$H = 50 \text{ mm} \cdot \sin 45$$

$$\mathbf{H = 35.35 \text{ mm}}$$

La platina será fabricada de acero inoxidable AISI 304 con módulo de elasticidad (E) de 210000 Gpa, dato proporcionado por el anexo C (Tabla C:1), con una longitud de 300 mm, datos que permiten calcular la deformación del elemento.

El área de la platina será calculada a partir de los datos diseñados de la misma expresados en la figura 11.

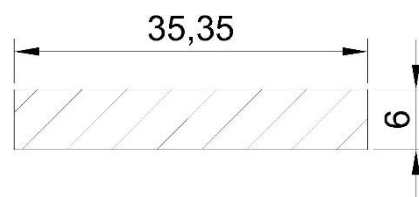


Figura 11. Dimensionamiento de la platina de arrastre

$$A = b \cdot h \quad (33)$$

$$A = 35.35 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm}$$

$$\mathbf{A = 212.1 \text{ mm}^2}$$

Deformación de la platina

La deformación generada en el mecanismo de tejido de alambre será sobre la platina de arrastre a través del paso del tiempo, la misma que implica el análisis correspondiente a partir de la ecuación 2, obteniendo como resultado lo expuesto a continuación:

$$\delta = \frac{4534.75 \text{ N} \cdot 300 \text{ mm}}{210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot (212.1 \text{ mm}^2)}$$

$$\delta = 0.0306 \text{ mm}$$

CONCLUSIÓN: Establecido la deformación que implica la platina en el mecanismo, se considera que no existe ningún inconveniente en la aplicación de una platina de arrastre de las dimensiones estipuladas por la figura 11.

Puntos críticos de la platina

Calculado la fuerza que ejercerá el alambre sobre la platina se procede a establecer los puntos críticos visualizado en la figura 12, los mismos que serán analizados y calculados a la distancia de 80 mm debido a la ubicación que tomará el alambre en la platina.

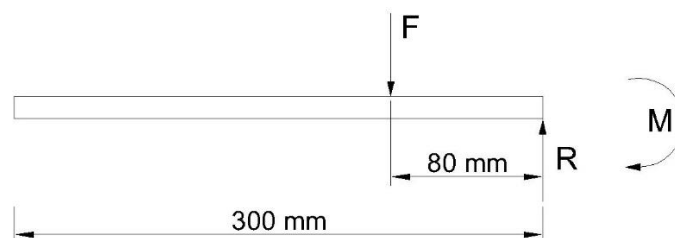


Figura 12. Fuerzas ejercidas en la platina de arrastre

Establecida la ecuación 5 y considerando que el diseño de la platina de arrastre será estudiado estáticamente, se establece que la aceleración es nula, por consiguiente, se obtiene la ecuación 35.

$$\sum F_y = 0 \quad (34)$$

$$F - R = 0$$

$$R = 4534.75 \text{ N}$$

Establecido la condición de equilibrio se obtendrá el momento, mediante ecuación 36.

$$\sum M = 0$$

$$M = F \cdot D \quad (35)$$

$$M = 4534.75 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}$$

$$M = 362780.0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Establecido las dimensiones acordes a la platina de arrastre, permite el cálculo de su inercia en sus ejes X, Y, mediante el análisis de la figura 13, que estipula la inercia de los ejes partiendo de la ecuación 4.

Inercia en los ejes X,Y

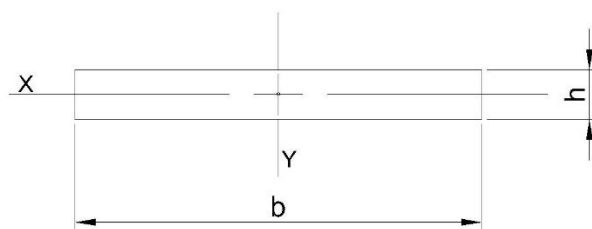


Figura 13. Inercia de los ejes en la platina

$$I_X = \frac{49.6 \text{ mm} \cdot (6 \text{ mm})^3}{12}$$

$$I_X = 892.8 \text{ mm}^4$$

$$I_Y = \frac{6 \text{ mm} \cdot (49.6 \text{ mm})^3}{12}$$

$$I_Y = 61011.96 \text{ mm}^4$$

Calculado el momento e inercias en la platina de arrastre se procede a calcular el esfuerzo máximo (σ_{\max}) en el eje X, Y respectivamente establecido en la ecuación 3.

Esfuerzo máximo en el eje X

$$\sigma_{\max} = \frac{362780 \text{ Nmm} \cdot 3 \text{ mm}}{892.8 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_{\max} = 1219.02 \text{ MPa}$$

Esfuerzo máximo en el eje Y

$$\sigma_{\max} = \frac{362780 \text{ Nmm} \cdot 24.8 \text{ mm}}{61011.96 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_{\max} = 148 \text{ MPa}$$

En conclusión, al realizar el estudio de esfuerzos máximos en los ejes X, Y respectivamente, se obtiene como resultado que el esfuerzo máximo en el eje X es mayor al esfuerzo máximo en el eje Y; por consiguiente, se trabajará con el valor del esfuerzo máximo en el eje x para siguientes análisis.

2.3. Cálculo del eje principal

El eje principal es el elemento encargado de transmitir el movimiento a la platina de arrastre, por consiguiente, la fuerza que genera el alambre en la platina de arrastre será el mismo del eje principal.

Posteriormente se analizará el momento máximo mediante los puntos indicados en la figura 14, la cual menciona la distancia de las reacciones que tendrá el eje, las mismas que permitirá aplicar la ecuación 5 para obtener las respectivas reacciones.

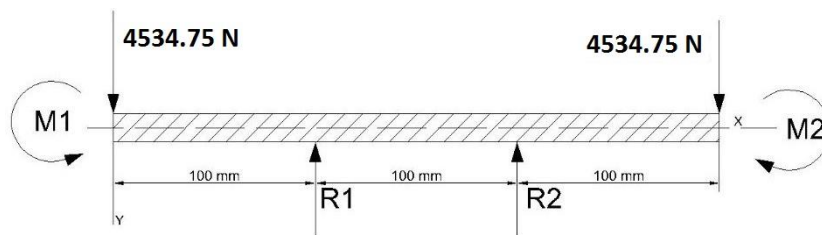


Figura 14. Fuerzas ejercidas en el eje principal

Como se observa en la figura 14, las fuerzas ejercidas al eje son simétricas, por tanto, se obtiene la representación de un corte en la figura 15, para establecer las reacciones acordes.

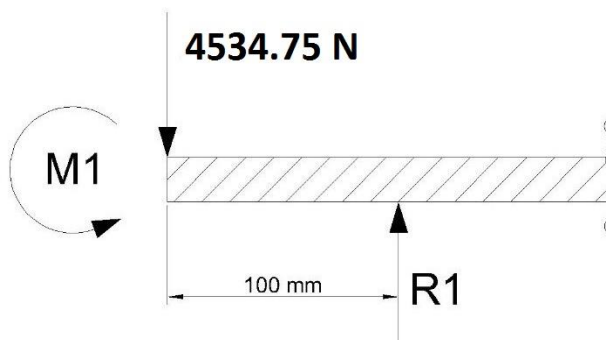


Figura 15. Corte del eje principal

$$\sum F_y = 0$$

$$4534.75\text{ N} - R_1 = 0$$

$$\mathbf{R_1 = 4534.75\ N}$$

$$\mathbf{R_1 = R_2}$$

$$\sum M = 0$$

$$M_1 = M_2$$

$$M_1 = F \cdot d$$

$$M_1 = (R_1 \cdot 100\ \text{mm})$$

$$M_1 = 4534.75\ \text{N} \cdot 100\ \text{mm}$$

$$M_1 = 453475\ \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_1 = 453475\ \text{N} \cdot \text{mm} \cdot \frac{1\ \text{m}}{10^3\text{mm}}$$

$$\mathbf{M_1 = 453.48\ N \cdot m}$$

$$M_{\text{max}} = M_1 + M_2$$

$$M_{\text{max}} = (453.48 + 453.48)\text{N} \cdot \text{m}$$

$$\mathbf{M_{\text{max}} = 906.95\ N \cdot m}$$

Establecidos los momentos, fuerzas y reacciones en el eje principal, se procederá a realizar secciones en el diagrama de cuerpo libre expuesto en la figura 16.

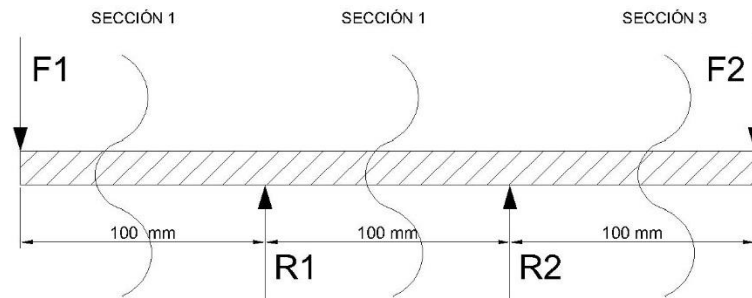


Figura 16. Diagrama de cuerpo libre con secciones en el eje principal

Para establecer diagramas de fuerza cortante y momento flector, se obtiene las diferentes secciones, expuestas en la figura 17.

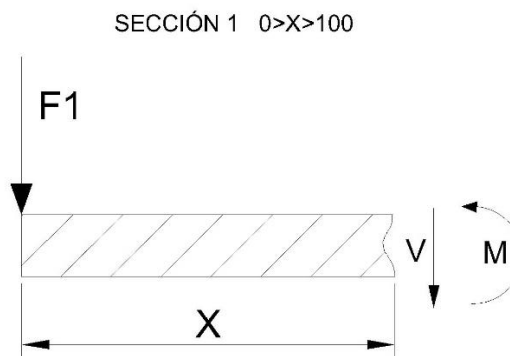


Figura 17. Sección 1, la distancia de 100 mm

$$\sum F_y = 0$$

$$V + F_1 = 0$$

$$V = -F_1$$

$$V = -4534.75 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

$$M + F_1(x) = 0$$

$$M = -4534.75 \text{ N} \cdot x$$

$$x = 0 \rightarrow M = 0$$

$$x = 100 \rightarrow \mathbf{M = -4534.75 \text{ N}}$$

El análisis de la sección 2, figura 18 establece el momento flector en una distancia de 200 mm.

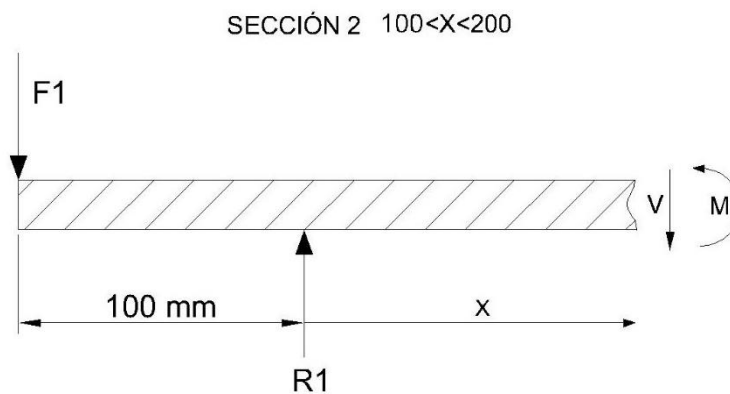


Figura 18. Sección 2, la distancia de 200 mm

$$\sum F_y = 0$$

$$V = R_1 - F_1$$

$$V = 4534.75 \text{ N} - 4534.75 \text{ N}$$

$$\mathbf{V = 0}$$

$$\sum M = 0$$

$$M + F_1(x + 100) - R_1(x) = 0$$

$$M = R_1(x) - F_1(x + 100)$$

$$M = 4534.75 \text{ N} \cdot (x) - 4534.75 \text{ N} \cdot (x) - 4534.75 \text{ N} \cdot (100)$$

$$x = 0 \rightarrow \mathbf{M = -4534.75 \text{ N}}$$

La figura 19, considera el momento flector partiendo del análisis de una distancia de 300 mm.

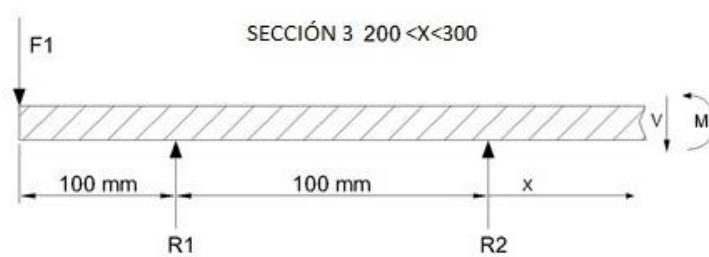


Figura 19. Sección 3, distancia de 300 mm.

$$\sum F_y = 0$$

$$V = -F_1 + R_1 + R_2$$

$$V = -4534.75 \text{ N} + 4534.75 \text{ N} + 4534.75 \text{ N}$$

$$V = 4534.75 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

$$M = R_2(x) + R_1(x + 200) - F_1(x + 300)$$

$$M = 4534.75 \text{ N} \cdot x + 4534.75 \text{ N} \cdot x + 906950 \text{ N} - 4534.75 \text{ N} \cdot x - 1360425 \text{ N}$$

$$M = 4534.75 \text{ N} \cdot x - 453475$$

$$x = 0 \rightarrow M = -453475$$

$$x = 100 \rightarrow M = 0$$

La figura 20, establece el análisis gráfico del momento flector y cortante de la platina de arrastre calculado previamente.

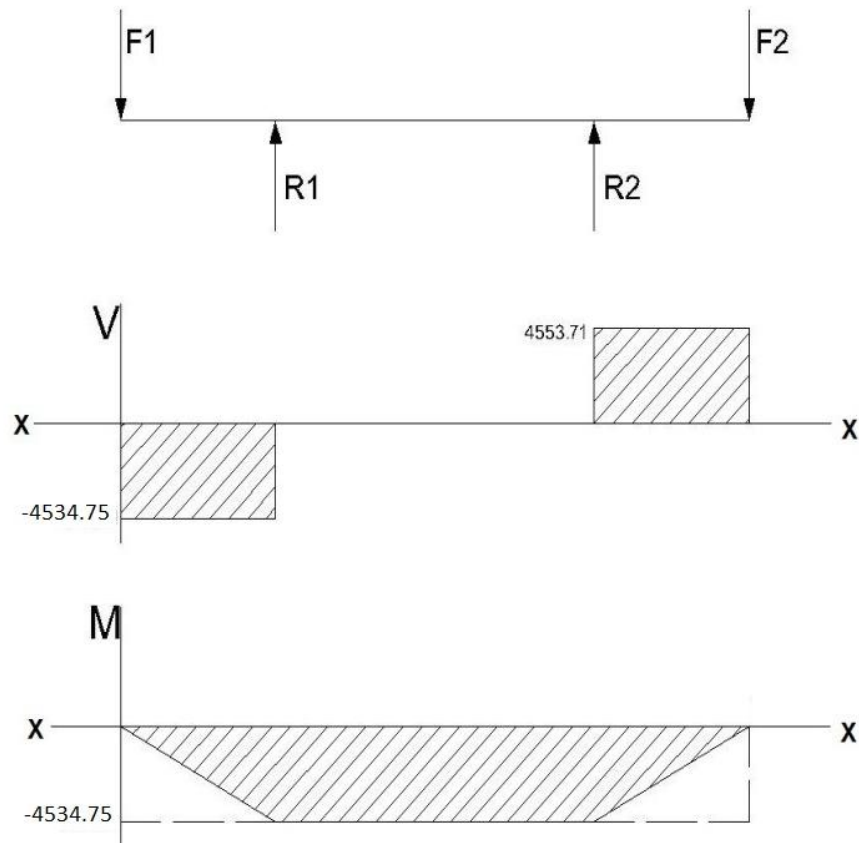


Figura 20. Diagramas de fuerza cortante y momento flector

Según Shigley [18]. Establece que en la selección del material en diámetros menores de tres pulgadas, por lo general se utiliza acero estirado en frío, considerando lo expuesto, el material a utilizar será AISI 1018 datos obtenido por el anexo D:1.

Material AISI 1018

- Esfuerzo máximo ($\sigma_{\max} = 440 \text{ MPa}$)
- Módulo de elasticidad ($E=205 \text{ GPa}$)

Mediante el despeje de la ecuación 3, se reemplazó en la ecuación 8 y con factores determinados anteriormente, se procede a establecer el diámetro del eje principal (D), obteniendo lo siguiente:

$$S = \frac{M}{\sigma_{\max}}$$

$$\frac{\pi \cdot D^3}{32} = \frac{M}{\sigma_{\max}}$$

$$D^3 = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot \sigma_{\max}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 906950 \text{ N} \cdot \text{mm}}{\pi \cdot 440 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}$$

$$\mathbf{D = 27.58 \text{ mm}}$$

Considerando el factor de seguridad, que en este caso se establece 1.4, se obtiene:

$$D = 27 \cdot 1.4$$

$$\mathbf{D = 38 \text{ mm}}$$

Se concluye que el diámetro a aplicar en el mecanismo será de 38 mm debido al factor seguridad y estética en el diseño.

El momento de torsión (τ), generado en el eje principal partirá del cálculo de la ecuación 9, la misma será reemplazada en la ecuación 7, por lo que generará el cálculo expuesto a continuación:

$$Z_p = \frac{\pi \cdot (27.58 \text{ mm})^3}{16}$$

$$\mathbf{Z_p = 4119.2 \text{ mm}^3}$$

Mediante el reemplazo en la ecuación 7, se obtiene el esfuerzo cortante de torsión.

$$\tau = \frac{906950 \text{ N} \cdot \text{mm}}{4119.2 \text{ mm}^3}$$

$$\mathbf{\tau = 220.18 \text{ MPa}}$$

$$\tau \leq 0.6[\sigma_y]$$

$$\tau \leq 0.6 \cdot 485 \text{ GPa}$$

$$\mathbf{220\text{MPa} \leq 291 \text{ MPa}}$$

Por lo mencionado anteriormente se considera apropiado la implementación de un eje principal con un diámetro de 27.58 mm con un material AISI 1018.

2.4. Cálculo de la matriz

Los datos expuestos sobre la matriz se consideran a medida de los aspectos de la platina de arrastre, como se detalla en anexos Planos (Lámina 10.7476.2939.07) obteniendo como resultado los siguientes datos indicados en la figura 21.

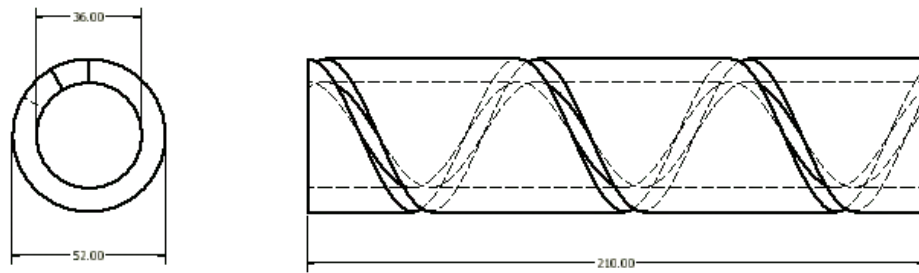


Figura 21. Medidas de la matriz para realizar malla de alambre de eslabón 50 * 50 mm

Al obtener los datos de los diámetros exterior e interior se procede al cálculo del espesor de la matriz que será expresado a continuación:

$$e = \frac{\varnothing \text{ mayor} - \varnothing \text{ menor}}{2}$$

$$e = \frac{52 \text{ mm} - 36 \text{ mm}}{2}$$

$$\mathbf{e = 8 \text{ mm}}$$

Considerando la comercialización de nuestro país y el proceso de doblado y soporte de refrigerante, en el proceso de doblado del alambre se considera el material AISI 304 para la realización de la matriz, el mismo que será empleado en la platina de arrastre.

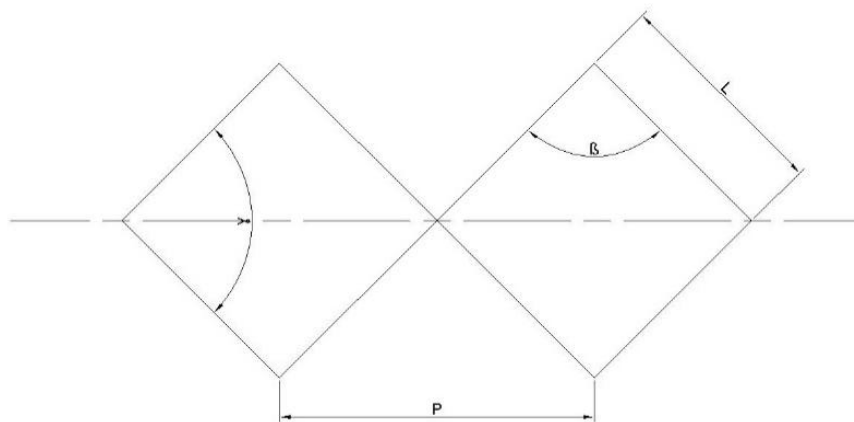


Figura 22. Paso de la matriz con eslabón de 50 mm * 50 mm

La figura 22 representa la obtención del paso en la matriz, la cual está desarrollada de una forma empírica en mallas de alambre con eslabón de 50 mm * 50 mm ya desarrolladas en nuestro entorno.

$$\mathbf{P = 70}$$

2.5. Cálculo de la potencia de motor

Considerando la fuerza total de 4534.75 N calculado anteriormente y estipulando una velocidad promedio de salida de 0.30 m/s, velocidad baja que no implica un análisis de fatiga en nuestro mecanismo y el cual es apropiado para generar el tejido de alambre galvanizado; por consiguiente, se obtiene el análisis del motor partiendo de la ecuación 10.

Datos

$$F = 4534.75 \text{ N}$$

$$V = 0.30 \text{ m/s}$$

$$P = 4534.75 \text{ N} \cdot 0.30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = 1360.43 \text{ W}$$

$$P = 1360.43 \text{ w} \cdot \frac{0.00134 \text{ HP}}{1 \text{ w}}$$

$$\mathbf{P = 1.82 \text{ HP}}$$

El factor que generará el movimiento al mecanismo será un motor de marca siemens de 2 HP.

2.6. Cálculo de bandas y poleas

El mecanismo de mallado proporciona un diseño de poleas con freno debido a que este necesita parar sin afectar el funcionamiento apropiado del motor, para su posterior corte en la longitud requerida del usuario seguidamente del emparejamiento entre eslabón de la malla de alambre.

La figura 23 establece el diseño que se aplicará en las poleas y bandas en el mecanismo, el cual permite un manejo apropiado del mismo, ya que la máquina necesita tiempos de para, en el caso de procesos de conformado.

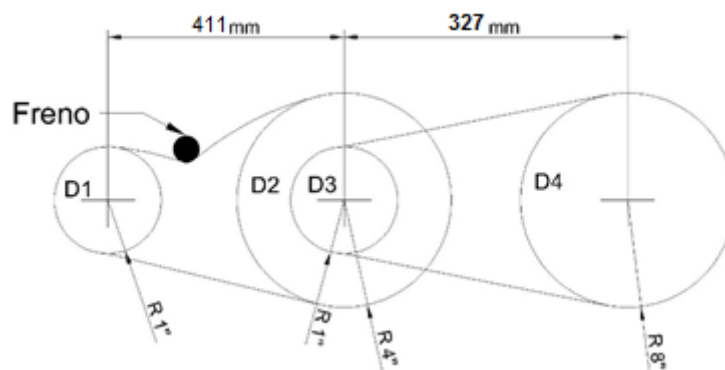


Figura 23. Diseño de poleas y bandas

2.6.1. DISEÑO DE POLEAS

Cálculo de la velocidad de salida de la polea conducida.

En el mercado local la existencia de motores eléctricos, bandas y poleas es variada, por ende, permite la utilización de poleas y datos del motor de 2 HP, el cual será instalado en mecanismo, facilitando la potencia y eficiencia necesaria para dicho proceso de mallado.

$$D_1 = 75 \text{ mm}$$

$$D_2 = 360 \text{ mm}$$

$$D_3 = 75 \text{ mm}$$

$$D_4 = 260 \text{ mm}$$

$$\text{Motor de 2 HP} = 2200 \text{ Rpm}$$

Mediante los datos estipulados anteriormente y el análisis de la figura 23 se procede al cálculo de la velocidad de la polea conducida mediante la ecuación 11, para obtener lo siguiente:

$$2200 \text{ Rpm} \cdot 75 \text{ mm} = N2 \cdot 360 \text{ mm}$$

$$N2 = \frac{2200 \text{ Rpm} \cdot 75}{360}$$

$$N2 = 458.33 \text{ Rpm} = N3$$

$$458.33 \text{ Rpm} \cdot 75 \text{ mm} = N4 \cdot 260 \text{ mm}$$

$$N4 = \frac{458.33 \text{ Rpm} \cdot 75}{260}$$

$$N4 = 132.21 \text{ RPM}$$

Para una especificación más concreta se transformará los rpm a m/s, partiendo de los datos establecidos a continuación para obtener la transformación deseada.

DATOS

$$1 \text{ rev} = 2 \cdot \pi \cdot r$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ seg}$$

Reemplazando los datos se obtiene lo siguiente:

$$132.21 \frac{\text{rev}}{\text{min}} = \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{2\pi \cdot 0.130 \text{ m}}{1 \text{ rev}} = \mathbf{1.79 \frac{m}{s}}$$

2.6.2. DISEÑO DE BANDAS

Cálculo de ángulos de contacto

Considerando los datos de las poleas de 75 mm y 360 mm respectivamente, existentes en el mercado del país, se establece los ángulos de contacto expuesto en la ecuación 12 y 13 obteniendo lo siguiente:

$$\theta_d = 180 - 2 \cdot \sin^{-1}\left(\frac{360 \text{ mm} - 75 \text{ mm}}{2 \cdot 738 \text{ mm}}\right)$$

$$\theta_d = 157.73^\circ$$

$$\theta_D = 180 + 2 \cdot \sin^{-1}\left(\frac{360 \text{ mm} - 75 \text{ mm}}{2 \cdot 738 \text{ mm}}\right)$$

$$\theta_D = 202.26^\circ$$

Cálculo de la longitud de la correa.

Calculado los ángulos respectivos se procede al cálculo de la longitud de la correa, obteniendo la distancia entre centros que se observa en anexos planos (Lámina 10.7476.2939.01), mediante el análisis del Anexo E (Diagrama E:1), y la ecuación 14 obteniendo como resultado lo expuesto a continuación:

$$L = 2 \cdot 738 \text{ mm} + 1.57(360 \text{ mm} + 75 \text{ mm}) + \frac{(360 \text{ mm} - 75 \text{ mm})^2}{4 \cdot 738 \text{ mm}}$$

$$L = 2186.46 \text{ mm}$$

Cálculo de la potencia permisible.

Partiendo del ángulo de contacto de 157.73° ya calculado y mediante la figura 7.14 establecida en el libro de Mott [17], pag 277, se obtiene como resultado un factor de corrección del ángulo de cobertura (K_1) de 0.94 establecido por el Anexo E

(Diagrama E:2), de igual forma la obtención del factor de corrección de longitud de banda se obtiene mediante la figura 7.15 de Mott [17] pag 277 determinada por el Anexo E (Diagrama E:3), dando como resultado el valor de 1. Establecido el diámetro menor de la polea que es 75 mm, la potencia nominal de banda es 1 HP.

$$H_a = 0.94 \cdot 1 \cdot 1 \text{ HP}$$

$$\mathbf{H_a = 0.94 \text{ HP}}$$

Cálculo de la potencia de diseño.

El cálculo de la potencia de diseño (H_d) se desarrolla mediante la ecuación 16, según Robert Mott [17], el factor de servicio se obtiene mediante el tipo de maquinaria y el número de horas, la cual facilita su obtención a partir del anexo E (Tabla E:4), por motivo de una utilización diaria menor a 6 horas. Obteniendo como resultado lo siguiente:

$$H_d = 2\text{HP} \cdot 0.8$$

$$\mathbf{H_d = 1.6}$$

El número de bandas será obtenido mediante la ecuación 17, obteniendo como resultado lo expuesto a continuación:

$$N_b = \frac{1.6 \text{ HP}}{0.94 \text{ HP}}$$

$$\mathbf{N_b = 1.7 \approx 2}$$

De esta manera por factores de diseño y seguridad se ocupará dos bandas tipo V A58 en el mecanismo de poleas, que se puede analizar en anexo planos (Lámina 10.7476.2939.01).

2.7. Cálculo de uniones de sujeción para la porta matriz

Considerando que la sección de mayor importancia en el mecanismo está localizada en la zona de la matriz figura 24 Anexo planos, (Lámina 10.7476.2939.01.08), la misma que ejerce el proceso de arrastre del alambre en la platina, por tanto, existe fuerzas consideradas importantes en esta área de trabajo, por lo que se analizará en la figura 24, a partir de los siguientes cálculos.

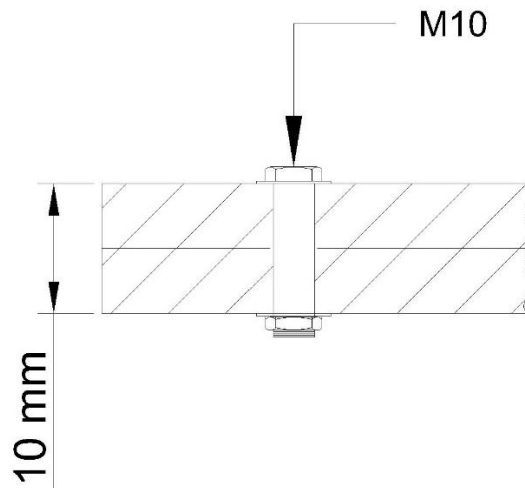


Figura 24. Pernos de sujeción en porta matriz

2.7.1. Cálculo de la rigidez del sujetador

Los pernos al análisis respectivo son M10 Anexo F (Tabla F:1), existentes en el comercio del país, por consiguiente, se considera lo expuesto a continuación, partiendo de la ecuación 22.

Según Shigley [18], establece tablas apropiadas a diferentes tipos de pernos, de esta forma se obtiene los siguientes datos, los mismos que serán necesarios para el cálculo.

DATOS

$$A_t = 58 \text{ mm}^2$$

$$E = 207 \text{ Gpa}$$

$$L_t = 10 \text{ mm}$$

Ad= Área del diámetro mayor del sujetador

$$A_d = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_d = \frac{\pi \cdot (6\text{mm})^2}{4} = 28.27 \text{ mm}^2$$

$$K_b = \frac{28.27 \text{ mm}^2 \cdot 58 \text{ mm}^2 \cdot 207 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{28.27 \text{ mm}^2 \cdot 10\text{mm} + 58\text{mm}^2 \cdot 3 \text{ mm}}$$

$$K_b = 743.17 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

2.7.2. Cálculo de la rigidez en la parte roscada

Posteriormente el diseño emplea la rigidez en la parte roscada del perno, partiendo de la ecuación 23 la cual nos permite el cálculo correspondiente al mismo, quedando la formulación siguiente.

$$K_m = \frac{0.5774 \cdot \pi \cdot 207 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 12 \text{ mm}}{2 \ln(5 \cdot \frac{0.5774 \cdot 10\text{mm} + 0.5 \cdot 12\text{mm}}{0.5774 \cdot 10\text{mm} + 2.5 \cdot 12\text{mm}})}$$

$$K_m = 4363.16 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

2.7.3. Cálculo de la rigidez del perno

Al obtener los valores de la rigidez efectiva y rigidez en la parte roscada se procede al cálculo de rigidez del perno partiendo de la ecuación 24, por consiguiente, se obtiene lo siguiente:

$$C_r = \frac{743.17 \frac{\text{N}}{\text{mm}}}{743.17 \frac{\text{N}}{\text{mm}} + 4363.16 \frac{\text{N}}{\text{mm}}}$$

$$Cr = 0.14$$

2.7.4. Cálculo del número de pernos

$$F_i = 0.75 \cdot A_t \cdot S_p$$

$$F_i = 0.75 \cdot 58 \text{ mm}^2 \cdot 420 \text{ N/mm}^2$$

$$F_i = 18270 \text{ N}$$

$$N = \frac{C_n \cdot F}{S_p \cdot A_t - F_i}$$

$$N = \frac{0.14 \cdot 4534.75 \text{ N}}{420 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 58 \text{ mm}^2 - 18270 \text{ N}}$$

$$N = 0.1 \approx 1$$

De esta manera por factores de diseño y seguridad se ocupará 2 pernos para la sujeción de la porta matriz.

2.8. Cálculo de soldadura

Es importante el diseño de soldadura en el mecanismo debido a elementos esenciales en la tejedora de alambre como la base figura 25, que se establece con perfil C de 100mm x 50mm x 3 mm, el mismo que soporta la carga del motor de 2HP, el cual contiene un peso de 40 Kg. Por consiguiente, se procede al cálculo de este partiendo de la figura 8 y ecuación 28 y 29, este a su vez se puede observar en el anexo planos (Lámina 10.7476.2939.01.03). Los resultados se presentan a continuación:

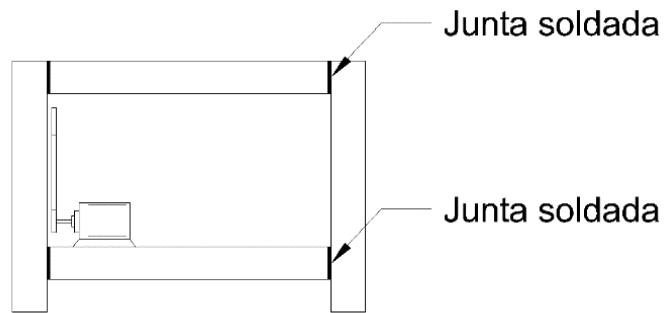


Figura 25. Junta soldada en la estructura del mecanismo

$$A_w = 2(0.05 \text{ m}) + 2(0.05 \text{ m})$$

$$A_w = 0.2 \text{ m}$$

$$f = \frac{40 \text{ Kg}}{0.2 \text{ m}}$$

$$f_v = 200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

Esta fuerza se empleará de forma vertical hacia abajo en todas las partes de la soldadura.

El peso del motor exige un cálculo de fuerza debido al momento de flexión existente entre las bases de la estructura. De esta forma se obtiene un análisis de carga que se emplea en la suelda, considerando que la distancia entre ejes de las patas de la máquina es de 500 mm y la ubicación del motor se considerará a la mitad; es decir, a 250 mm se obtendrá lo siguiente.

$$S_w = \frac{0.05 \text{ m} \cdot 0.05 \text{ m} + (0.5 \text{ m})^2}{3}$$

$$S_w = 0.08 \text{ m}^2$$

$$f = \frac{40 \text{ Kg} \cdot 0.25 \text{ m}}{0.08 \text{ m}^2}$$

$$f = 125 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

Por lo tanto: Según Mott, [17] es recomendable utilizar electrodos E6011 debido a que su esfuerzo admisible es de 124 Mpa, el cual implica un aporte de material adecuado en nuestras juntas de suelda.

2.9 Construcción del mecanismo

La fabricación de la máquina se realizó en un taller metalmecánico en el norte de Quito, donde se facilitó las herramientas y equipos necesarios para la construcción de la máquina de malla de alambre.

El mecanismo consta de una base metálica construida de perfil C de 150 mm x 50 mm, la misma que soporta la carga total de la máquina que se encuentra acoplado por un motor trifásico de 2HP como se observa en la figura 26.



Figura 26. Estructura metálica de perfil G de 150 mm x 50 mm

El movimiento del eje motriz se produce por medio del acople del motor y poleas de 75 mm, 360mm, 75 mm, 260 mm, respectivamente como lo ilustra la figura 27.



Figura 27. Acople del motor y poleas

El acople del mecanismo permite desarrollar el movimiento requerido al eje motriz que generará el mallado del alambre, pasando posteriormente por la matriz colocada en la parte superior del mecanismo lo que genera la forma romboidal requerida como lo muestra la figura 28 y 29.



Figura 28. Matriz del mecanismo.



Figura 29. Malla tejida por el mecanismo

El proceso de mallado requiere una previa tensión en el alambre que ingresa a la matriz, por lo cual se desarrolló un sistema de templado por medio de unos dados de

tensión figura 30 que permite la tensión adecuado al alambre galvanizado para mejorar la calidad del mallado.

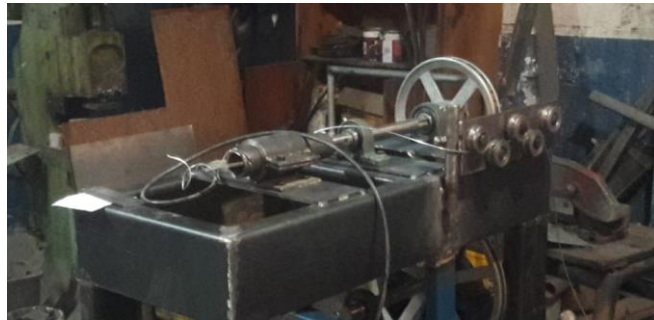


Figura 30. Proceso de templado por dados de tensión

Generando la tensión adecuada en el proceso de mallado se realizó una mesa de tejido figura 31, la que facilita la ubicación correcta una vez generado la malla de alambre, la misma que permite optimizar el proceso en el desarrollo del mallado obteniendo de esta forma seguridad y confianza en el operario.

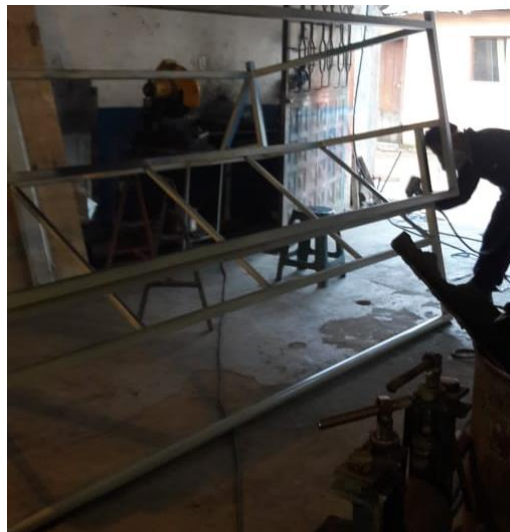


Figura 31. Mesa de tejido del mecanismo

El proceso final en el mecanismo fu su acabado al desarrollar un proceso de pintura en la estructura metálica para conservar su estado.

2.10. Análisis de resultados

Al desarrollar un mecanismo de mallado de alambre, se obtuvo resultados positivos en los tiempos de fabricación de mallado en relación con el proceso de forma artesanal como lo indica la tabla 11 y 12.

Ítem	Cantidad de malla (m ²)	Tiempo de Proceso Artesanal (minutos)
1	10	90
2	20	200
3	30	300
4	40	400
5	50	500

Tabla 11. Proceso de mallado de forma artesanal

Ítem	Cantidad de malla (m ²)	Tiempo de Proceso mecánico (minutos)
1	10	30
2	20	70
3	30	80
4	40	90
5	50	100

Tabla 12. Proceso de mallado de forma mecánica.

Al analizar las tablas 11 y 12, se obtiene un mejoramiento considerable en favor al proceso mecánico, ya que este mecanismo cuenta con un desarrollo apropiado y seguro, que facilita al operario la fabricación de malla por medio de un motor que agiliza el proceso de rotación al momento del mallado; de igual forma, cuenta con un embrague que determina el avance y frenado del mecanismo para de esta forma agilizar la operación.

CAPÍTULO III

En el presente Capítulo se analiza los gastos generados en la construcción y ensamble de mecanismos y elementos normalizados empleados en la máquina para fabricar malla de alambre, de igual forma un manual operativo del mecanismo de una forma clara y concisa para su fácil comprensión y óptimo funcionamiento.

3.1 Análisis de costos

Se involucra todos los gastos que generó la construcción de la máquina, tanto gastos directos e indirectos.

Gastos directos

El mecanismo encargado de generar malla de alambre de forma romboidal representa gastos que se detallan a continuación:

- Materia Prima
- Equipos y herramientas
- Mecanizado de elementos principales como la matriz y eje motriz.
- Mano de obra

Cada uno de estos factores se detallan mediante tablas expuestas a continuación, especificando cada uno de los gastos generados en el proyecto.

3.1.1. Costos de materia prima

La tabla 13, estipula los valores correspondientes a materiales invertidos en la construcción del mecanismo

Ítem	Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Especificación	Costo por unidad (USD)	Costo Total (USD)
1	2	u	Tubo cuadrado de 50 mm x 50 mm x 3 mm	Tubo estructural	11,52	23,04
2	1	u	Tubo cuadrado de 40 mm x 40 mm x 3 mm	Tubo estructural	5,25	5,25
3	1	u	Plancha de tol de 2 m x 4 m x 2 mm	Tol estructural	39,76	39,76
4	1	u	Eje de 55 mm	Acero inoxidable	4,75	4,75
5	1	u	Platina 11/2x1/8	AISI 340	25,08	25,08
6	13	u	Electrodos 60-11	AGA	2,26	29,38
TOTAL						127.26

Tabla 13. Costos involucrados en materia prima.

3.1.2. Costos de equipos y herramientas

La tabla 14, muestra los valores de cada equipo involucrado en el proyecto.

Ítem	Cantidad	Unidad	Descripción	Especificación	Costo de unidad (USD)	Costo total (USD)
1	1	u	Motor eléctrico trifásico 3HP	900 RPM	300	300
2	2	u	Polea de 75 mm doble canal tipo V	Aluminio	30	60
3	2	u	Polea de 360 mm doble canal tipo V	Aluminio	44	88
4	2	u	Correa tipo V A58		45	90
5	10	u	Cable N 12	Flexible	0.3	3
6	1	u	Pulsador hongo retenido	Color verde	3	3
7	1	u	Pulsador hongo retenido	Color rojo	3	3
8	1	u	Botonera industrial de mando	Color gris	3	3
9	4	u	Pernos M10 x 30 mm		0.3	1.2
10	1	u	Bomba de agua de ½ hp		80	80
11	1.5	m	Manguera de lubricación		5	7.5
TOTAL						638.7

Tabla 14. Costos involucrados de equipos y herramientas

3.1.3. Costos de procesos de construcción.

La tabla 15 considera los costos y tiempos en los procesos de maquinado que involucran la construcción.

Ítem	Maquinaria	Descripción	Tiempo (horas)	Costo por hora (USD)	Total (USD)
1	Torno	Eje principal	2	10	20
		Matriz	2	10	20
2	Fresadora	Platina de arrastre	1	8	8
3	Soldadora	Estructura metálica	10	5	50
4	Moladora	Estructura metálica	10	2	20
5	Taladro	Porta matriz	2	2	4
6	Compresor	Estructura metálica	2	5	10
7	Dobladora	Cajón de refrigerante	1	5	5
		Estructura metálica	1	5	5
				TOTAL	142

Tabla 15. Costos de procesos de construcción.

3.1.4. Costos de mano de obra y diseño.

La tabla 16 muestra los gastos que se generó partiendo del trabajo de dos personas por un período de 20 días laborables, los mismos que representan un gasto de 100 USD por sus servicios y 100 USD por la inspección del jefe de área, precios que son generados por el dueño del taller donde se elabora la máquina.

Ítem	Cantidad	Descripción	Especificación	Costo por hora (USD)	Hora de trabajo	Costo total (USD)
1	1	Trabajador	Mecanizado de piezas	2	50	100
2	1	Trabajador	Montaje de mecanismo y estructura	2	50	100
3	1	Inspección	Tejedora de alambre de forma romboidal	3	15	45
4	1	Diseño	Costo de diseño del proyecto	5	100	500
				TOTAL		745

Tabla 16. Costos de mano de obra y diseño

Gastos indirectos

Son valores que se genera en el proyecto de una forma que no afecta la construcción del mecanismo. La tabla 17 indica los valores generados en gastos indirectos.

El proyecto implica gastos como, implementos de oficina, movilización, factores que no afectan el proceso de construcción del mecanismo y que representan un 30% del total.

Ítem	Descripción	Especificación	Costo (USD)
1	Alimentación	Almuerzos empleados en el diseño y construcción del mecanismo	70
2	Copias e impresiones	Copias e impresiones del diseño	30
3	Transporte	Costos de movilización al lugar de impresión de planos y construcción del mecanismo	50
TOTAL			150

Tabla 17. Gastos indirectos

Costo total generado en el proyecto

El costo total del proyecto implica todos los gastos generados en la construcción del mecanismo. A continuación, la tabla 18 proporciona todos los gastos generados en el diseño y construcción de la máquina tejedora de alambre.

Ítem	Especificaciones	Costo total (USD)
1	Costo de materia prima	142.53
2	Costo de equipos y herramientas	715.34
3	Costos de procesos de construcción	142
4	Costos de mano de obra	745
5	Gastos indirectos	150
TOTAL		1894.87

Tabla 18. Costo total generado en el proyecto.

3.2. Análisis financiero para la construcción del mecanismo

Generado las pruebas necesarias en el mecanismo y con condiciones favorables en la creación de mallas de alambre y obteniendo como resultados mallas de forma

romboidal con eslabón de 50 mm sin mayor problema, se procede al análisis de rentabilidad del mecanismo partiendo de los siguientes puntos:

- Punto de equilibrio
- VAN (Valor actual neto)
- TIR (Taza de interés de retorno)
- Tiempo de retorno
- Relación costo beneficio

3.2.1 Punto de equilibrio

Según la ingeniería industrial [19], el punto de equilibrio es el punto de actividad donde los ingresos totales son equivalentes a los costos relacionados con las ventas o creación de un producto, es decir donde no exista ni ganancias ni pérdidas. El mismo que es analizado por la ecuación 36.

$$\text{Punto de equilibrio (P. E. Q)} = \frac{\text{Costos fijos totales (C. F)}}{\text{Margen de contribución unitaria (M. C. U)}} \quad (36)$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{M. C. U} &= \text{Precio de venta unitario (P. V)} & (37) \\ &- \text{Costo variable unitario (C. V. U)} &) \end{aligned}$$

Reemplazando la ecuación 33 en la ecuación 34 se obtiene la ecuación general del punto de equilibrio, ecuación 38.

$$\text{P. E. Q} = \frac{\text{C. F}}{\text{P. V} - \text{C. V. U}} \quad (38)$$

Costos Fijos

El desarrollo de mallas de alambre es generado por un operario con un sueldo básico de \$ 450 mensuales, el mismo que genera una cantidad de 100 m de malla de

alambre de eslabón de 50 mm al día durante 6 horas de trabajo en el mecanismo, con un consumo de \$ 30 mensuales en el uso de luz pública y \$10 del servicio de agua potable. La tabla 19 pondera los valores expuestos.

COSTOS FIJOS	PRECIO (\$)
Sueldo del operario	450
Servicio de luz pública	30
Servicio de agua potable	10
TOTAL	490

Tabla 19. Costos fijos del proyecto

Precio de venta unitario

Los costos del metro de malla de forma romboidal de 50 mm en el mercado local están considerados en la tabla 20.

Descripción	Empresa	Costo por m2 (USD)
Malla romboidal de 50 mm	Adelca	5.3
Malla romboidal de 50 mm	Disensa	4.7
Malla romboidal de 50 mm	Alambrec	5.2

Tabla 20. Costo de malla de alambre romboidal de 50 mm de eslabón de otros proveedores.

Obteniendo el promedio entre tres proveedores como son Adelca, Disensa, Alambrec el resultado del precio por m² es el siguiente.

$$\text{Precio por metro cuadrado} = \frac{5.3 + 4.7 + 5.2}{3}$$

$$\text{Precio por metro cuadrado} = \mathbf{5 \text{ Dólares americanos}}$$

La fabricación de malla de alambre de forma romboidal de eslabón de 50 mm se expenderá en un precio de venta de \$5 dólares el metro cuadrado.

Costo variable unitario

El valor establecido para el costo variable unitario se obtendrá entre de los costos variables totales y el precio de venta unitario mencionados posteriormente. Los costos variables del proyecto se visualizan en la tabla 21.

Costos Variables	Valor (\$)
Alambre galvanizado de 705 m calibre 10	100
Refrigerante (Taladrina) 5 litros	5
TOTAL	105

Tabla 21. Costos variables

Se considera que de la producción de 100 m² de malla de alambre se venderá el 70% el cual es un equivalente a 70 m². El resultado del costo variable unitario se expresa a partir de la siguiente fórmula.

$$CVU = \frac{\text{Costos variables}}{\text{Número de unidades}}$$

$$CVU = \frac{105 \$}{70 \text{ m}^2}$$

$$CVU = 1.5 \$ \text{ el metro cuadrado}$$

Considerando todos los factores posteriores el punto de equilibrio figura 32, se obtiene a continuación:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{490 \$}{5 \$ - 1.5 \frac{\$}{\text{m}^2}}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = 140 \text{ m}^2$$

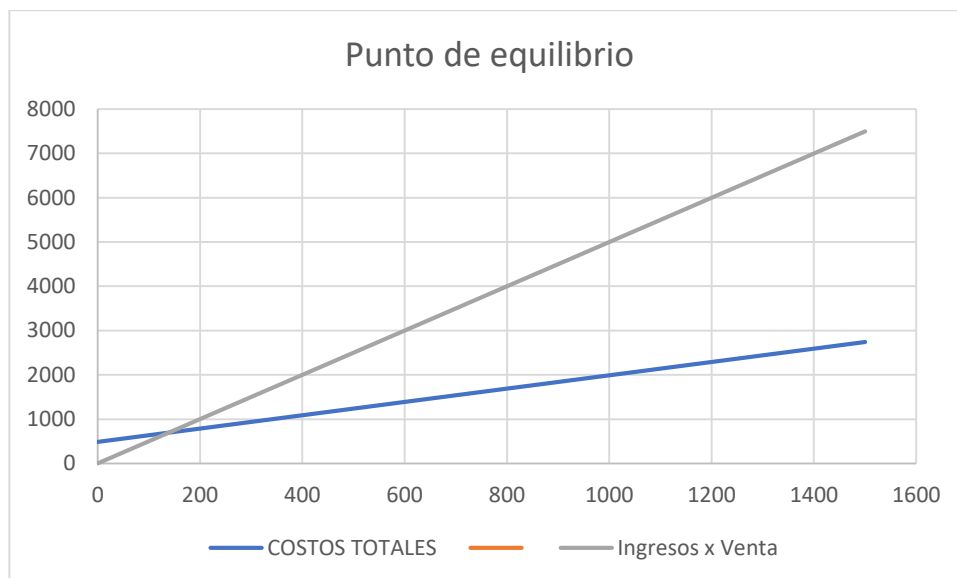


Figura 32. Punto de equilibrio

Conclusión: Los costos fijos totales ascienden a 490 dólares, al vender 140 m² de malla el punto de equilibrio se estabiliza como se observa en la figura 32.

3.2.2 Valor Actual Neto

Interpretado por las siglas VAN el cual permite evaluar la viabilidad de un proyecto, es decir analiza los ingresos y egresos para de esta forma obtener ganancia en el futuro del proyecto [20].

La ecuación 39 establece el cálculo del valor actual neto (VAN).

$$VAN = -I_o + \frac{F_1}{(1 + K)} + \frac{F_2}{(1 + K)^2} + \dots + \frac{F_3}{(1 + K)^n} \quad (39)$$

Donde:

F = Flujos de dinero de cada período

I₀ = Inversión realizada en el momento.

K = Tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

Partiendo de esta fórmula se puede establecer si es rentable o no el proyecto considerando lo siguiente:

- VAN > 0 El proyecto es rentable es decir genera ganancias
- VAN = 0 El proyecto es rentable es decir genera ganancias.
- VAN < 0 El proyecto no es rentable es decir genera pérdidas.

Por lo tanto, la tabla 22 presenta los valores correspondientes al flujo de cada período.

PRESUPUESTO DE INGRESO			
	Producción (m2/año)	Precio/m2	TOTAL (USD)
PRIMER AÑO	16800	5	84000
SEGUNDO AÑO	16800	5,21	87528
TERCER AÑO	16800	5,68	95424
CUARTO AÑO	16800	5,93	99624
QUINTO AÑO	16800	6,21	104328

Tabla 22. Flujos correspondientes a cada año

$$VAN = -10774.87 + \frac{84000}{(1 + 0.12)} + \frac{87528}{(1 + 0.12)^2} + \frac{95424}{(1 + 0.12)^3} + \frac{99624}{(1 + 0.12)^4} + \frac{104328}{(1 + 0.12)^5}$$

$$VAN = \$ 324.434.20$$

Conclusión: El VAN del proyecto es mayor por motivo que el proyecto generará ganancias en un futuro.

3.2.3 Tasa interna de retorno (TIR)

Se define como la operación donde la tasa de interés utilizado en el valor actual neto (VAN) es equivalente a 0, de esta forma se obtiene un criterio para la inversión y financiamiento del proyecto es decir la TIR es el factor máximo de tasa de descuento del proyecto para ser rentable. La ecuación 40 representa la tasa de interés de retorno o también conocida como el TIR.

$$0 = \frac{F_1}{(1+i)} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \frac{F_4}{(1+i)^4} + \frac{F_5}{(1+i)^5} \quad (40)$$

Para el cálculo de la TIR se analiza la fórmula del VAN la misma que se iguala a cero, pero en lugar de calcular el VAN se calcula la tasa de descuento. [20]

Donde

F = Flujo de inversión

i = Interés

De esta forma se obtiene lo siguiente.

$$0 = \frac{84000}{(1+i)} + \frac{87528}{(1+i)^2} + \frac{95424}{(1+i)^3} + \frac{99624}{(1+i)^4} + \frac{104328}{(1+i)^5}$$

$$i = 784.28\%$$

Es decir, el TIR = 784.28%, por ende, el proyecto es factible con una tasa de rentabilidad de 784.28%.

3.2.4 Tiempo de recuperación de la inversión

Representado por las siglas PRI. Se define como el tiempo de recuperación de la inversión del proyecto, es decir es un método que permite medir el tiempo que se necesita para recuperar el costo inicial del proyecto analizando los flujos netos de la inversión. [21]

El PRI, se analiza de la siguiente fórmula:

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d} \quad (41)$$

Donde:

a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión.

b = Inversión inicial

c = Flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en que se recupera la inversión.

d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

El PRI nos indicara mediante la fórmula 41 el tiempo de recuperación de la inversión inicial en el proyecto del mallado de alambre galvanizado obteniendo lo siguiente.

$$PRI = 1 \text{ año} + \frac{(\$10774.87 - \$84000)}{\$84000}$$

$$PRI = 0.13 \text{ años}$$

$$PRI = 0.13 \text{ años} \cdot \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}}$$

$$\mathbf{PRI = 48 \text{ días}}$$

Como se observa el cálculo del PRI es negativo ya que la inversión inicial se recupera al 1 año del flujo efectivo, por todos los análisis anteriores es rentable el proyecto de una máquina de malla de alambre, la cual generara ganancias efectivas a partir de primer año.

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN

Uno de los objetivos es reducir al mínimo los paros ocasionados por averías repentinas o accidentes, evitar la degradación de los componentes que conforman la maquinaria con el fin de no obtener un producto defectuoso de baja calidad y que estos sean rechazados por los clientes. Para lograr este objetivo, se debe determinar el tiempo de mantenimiento a realizar, conocer el alcance humano que se tiene, verificar la disponibilidad de repuestos en bodega y si es necesario contratar servicios adicionales que presten servicios de mantenimiento.

La limpieza exterior e interior es fundamental para alargar la vida útil de cualquier maquinaria, de esto y otros factores depende el correcto funcionamiento e influye directamente en la producción de esta. Para el caso de malla construida, se debe realizar una inspección general de toda la máquina, esto se refiere a una limpieza externa de todos los elementos que comprenden la máquina, verificar que los templadores de malla no contengan ningún residuo de alambre o algún otro componente que evite el correcto deslizamiento del alambre, verificar que los alambres que comprenden la parte eléctrica no se encuentren en mal estado, es decir pelados o con algún desperfecto para evitar un cortocircuito y de esta manera evitar daños principalmente en el motor.

Se debe limpiar frecuentemente el motor de las impurezas generadas y el polvo, se lo debe conectar específicamente al voltaje establecido por la placa del motor, limpiar los conectores y verificar que ingresen correctamente en las tomas de luz.

En lo referente a los templadores de malla, verificar que se encuentren lubricados, si no se realiza la limpieza cada vez que ingresa el alambre, este tendrá menos recubrimiento de galvanizado y se va a producir una malla que no tenga su recubrimiento como indica la norma.

El eje transportador es el principal, ya que se encuentra en contacto directo con el producto final, a este se le proporciona una lubricación para evitar que la platina de arrastre retire el galvanizado del alambre y mantener una calidad al momento de ser doblado el alambre. La platina de arrastre necesita un mantenimiento trimestral, el

cual puede realizarse siempre y cuando la máquina no exceda la capacidad de producción de malla, se debe tomar en cuenta que la máquina se encuentra diseñada y construida específicamente para la producción de malla con alambre galvanizado.

En el eje transportador se debe realizar un mantenimiento diario, ya que en este el alambre es transportado. Al inicio de cada proceso de producción de malla se deben limpiar las impurezas del recubrimiento de galvanizado y continuar con la producción, en el transcurso de la transportación verificar que la lubricación fluya conforme sea necesario para evitar que se desprenda el galvanizado del alambre y este caiga en su respectivo recipiente.

Con respecto a las bandas y poleas, verificar una vez al mes que las paredes de los canales de las poleas no tengan grietas o superficies aceitosas, además se debe verificar que los ejes estén centrados y paralelos entre sí en todo sentido. El descentramiento de las bandas reduce el rendimiento y la vida útil de la transmisión, de esta manera se ha establecido una vida útil de seis (6) años, pasado este tiempo por seguridad es mejor remplazarlas para evitar fallos en las poleas y bandas. Las bandas deben ser cambiadas si se encuentran con mordeduras o desgarramientos.

Para las chumaceras verificar visualmente diariamente, de forma visual que se encuentre en buen estado los rodamientos, verificar una vez a la semana que los pernos que sujetan se encuentren correctamente apretados y engrasar una vez al mes con una pistola de inyección. Para los rodamientos se establece una vida útil de dos (2) años, pasado este tiempo remplazarlos.

Por seguridad se recomienda una inspección diaria de toda la maquinaria para encontrar elementos dañados. Durante esta inspección si se identifica que la maquinaria no está realizando el trabajo correctamente, es señal que se debe ajustar el mecanismo o que algún elemento necesita alguna reparación, si se encuentra desperfectos en algunos elementos es recomendable remplazarlos o repararlos inmediatamente.

Al culminar con el proceso de fabricación se debe realizar una limpieza general de la máquina y de todo el espacio utilizado para la maquinaria, verificando que se

encuentren libres de grasa o residuos, ya que estos pueden ser los causantes en los desajustes de los mecanismos.

El mantenimiento del equipo se puede dividir en varias etapas; en la tabla se describen algunas operaciones a realizar divididas por el equipo, elemento, además se plantea un período de revisión.

EQUIPO	ELEMENTO	PERÍODO DE MANTENIMIENTO				OBSERVACIÓN
		DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	
MOTOR Y PANEL DE CONTROL	Control eléctrico		x			
	Contactores del tablero		x			
	Cables de conexión		x			
	Limpieza general		x			
TRANSMISIÓN	Bomba de lubricación		x			
	Limpieza de poleas			x		
	Chumaceras y Rodamientos		x			Revisión general
	Chequeo de bandas			x		
	Embrague mecánico			x		
	Limpieza general		x			
TEMPLADORES	Rodamientos		x			Revisión general
	Pernos de calibración		x			Estado
	Guías de alambre		x			Estado y lubricación
	Limpieza general	x				
MATRIZ	Eje matriz		x			Revisión general
	Platina de arrastre		x			Revisión general
	Lubricación		x			
	Limpieza general	x				
ESTRUCTURA	Estructura general			x		Revisión general
	Pernos de sujeción			x		Revisión general
	Pintura del conjunto			x		Estado
	Limpieza general	x				

Tabla 23. Mantenimiento general de la máquina

En general la máquina fabricada necesita un mantenimiento preventivo como mínimo cada tres (3) meses y tomando seis (6) meses como máximo para dicho mantenimiento, de esta manera se va a contar con una máquina sumamente buena, que cumpla con todas las características y parámetros para la construcción de la malla de alambre.

Manual de operación

Este manual ha sido desarrollado con el fin de establecer una correcta operación en el manejo del mecanismo de mallado de alambre galvanizado, para garantizar su durabilidad y eficiencia.

Operación del mecanismo.

- Establecer visualmente que los elementos como la platina de arrastre y la matriz no se encuentren con fisuras ni problemas de fractura, debido a que una falla en estos elementos principales puede ocasionar daños a la materia prima, en este caso el alambre se formará de manera inapropiada ocasionando error en el tejido de alambre.
- Nunca utilizar el mecanismo de mallado de alambre sin una instrucción previa por parte de algún operador con conocimiento de la máquina.

Montaje del alambre en el mecanismo.

- Ubicar el alambre en la base diseñada para el rollo de alambre, del cual se extenderá por los tensores del mecanismo obteniendo así una tensión acorde al proceso de mallado.

Montaje de la platina de arrastre y matriz

- Colocar la platina de arrastre en el eje matriz asegurándose que esta se encuentre de una forma fija, ya sea con un pasador con un tornillo de ajuste, obteniendo como resultado un solo elemento.

- Ubicar la matriz en la platina de arrastre, ajustando la tensión del alambre al girar dos o tres veces por dicha platina de arrastre.
- Colocar la matriz en la porta matriz y ajustar los pernos con las llaves adecuadas.

Encendido del mecanismo

- Inspeccionado visualmente el mecanismo, se procede a conectar.
- Presionar el botón de encendido (ON) que se encuentra en el tablero de control.
- Presionar el embrague para que la máquina realice el trabajo de mallado.

CONCLUSIONES

- Mediante el proceso de investigación del tema, se obtuvo características favorables a nivel de construcción del mecanismo, mejorando el tiempo de producción de malla de alambre, lo cual representa puntos favorables a nivel económico debido a la capacidad de mejora de producción de un proceso artesanal a mecánico.
- El proceso de eficiencia del mecanismo es de un 90% en el doblado del alambre galvanizado de un diámetro de 3.4 mm con un motor de 3 HP.
- Se analizó las propiedades mecánicas del alambre galvanizado tabla 5, la cual permitió establecer la resistencia a la tracción del alambre, para conseguir los cálculos pertinentes al desarrollo del proyecto.
- La elaboración del mecanismo se realizó con parámetros de seguridad industrial y con personal calificado basándose en planos elaborados en el proyecto.
- Mediante el análisis financiero se considera que el proyecto es factible con una producción de 24000 m² al año, obteniendo su recuperación del capital en un año de producción.

RECOMENDACIONES

- La operación del mecanismo debe realizarse con equipo de protección como son: gafas transparentes, orejeras o tapones auditivos, guantes de nitrilo y equipamiento personal como son botas puntas de acero y ropa industrial.
- Ejecutar una lubricación considerando el tiempo de ejecución del proceso de doblado del alambre, es decir no trabajar sin lubricación en el doblado del alambre ya que sus propiedades químicas en el galvanizado se verán afectados en un porcentaje mínimo.
- Percibir el manual de operación antes de su utilización considerando todas las normas de seguridad.
- Tener en consideración la inspección semanal de la platina de arrastre debido a la importancia que la misma genera en el mecanismo.
- Realizar un mantenimiento preventivo al mecanismo de mallado de alambre como lo indica la tabla 21. Mantenimiento general de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] EcuRed, «EcuRed,» [En línea]. Available: <https://www.ecured.cu/Alambre>.
- [2] Ideal Alambrec, «Catálogo de productos,» 29 07 2011. [En línea]. Available: <https://idealalambrec.bekaert.com/es-MX/construccion/fijacion/alambre-galvanizado>. [Último acceso: 11 10 2017].
- [3] . X. . I. Suárez Corrales, R. V. Villar López, . F. E. Corvo Pérez y R. Marrero , «Resistencia al clima tropical de aceros galvanizados,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. XV, pp. 29-40, 2014.
- [4] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Alambre de acero galvanizado. Requisito e inspección,» [En línea]. Available: <https://archive.org/stream/ec.nte.2201.1998#page/n1/mode/1up>. [Último acceso: 16 11 2017].
- [5] A. L. Monge Sandí y A. M. Rodríguez Pereira, «COMPARACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS EN ALAMBRE,» *Métodos y materiales*, vol. 4, nº 1, pp. 24-32, 08 Enero 2014.
- [6] D. Tuls, «FichaTécnica alambre galvanizado,» [En línea]. Available: <http://dogotuls.com.mx/media/Fichastec/in4001.pdf>.
- [7] Adelca, «Alambre Triple galvanizado,» [En línea]. Available: <http://www.sealarm.com.ec/pdf/cercos/Alambre-Alto-Carbono-Triple-Galvanizado.pdf>. [Último acceso: 17 11 2017].
- [8] H. Alfonso, «Grupos Hierro Alfonso,» [En línea]. Available: <http://www.grupohierrosalfonso.com/productos/cerramientos-y-vallados/malla-de-simple-torsion.html>.
- [9] Gestión de compras, «Gestión de compras industrial sourcing,» [En línea]. Available: <http://www.gestiondecompras.com/zh/products/wire-forming/wire-mesh>. [Último acceso: 15 12 2017].
- [10] I. m. Torres, «Industria Metal Torres,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.indusmetaltorres.es/product/malla-simple-torsion-galvanizada/>.
- [11] SESTA, «Equipo para redes metálicas,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.sesta.ru/oborudovanie/vsa-97.html>. [Último acceso: 23 11 2017].
- [12] Manek, «Maquinas para fabricar cercado eslabonado,» [En línea]. Available:

- <http://www.maneklal.com/Espanol/SmallScale/ChainLink.htm>. [Último acceso: 28 11 2017].
- [13] Bergandi, «Worldwide Leaders in Wire machinery,» [En línea]. Available: <http://www.bergandi.com/product/wvr-500-chain-link-weaver-2/>. [Último acceso: 15 12 2017].
- [14] TelciBey, «TelciBey,» [En línea]. http://www.telcibey.com.tr/Spiral_Wire_Fencing_Machine_Chain_Link_Fence_Machine_Wire_Knitting_Machine-3-en-urun.html. [Último acceso: 16 12 2017].
- [15] Nasu, «Nasu,» [En línea]. Available: <https://www.tradeindia.com/fp193570/Semi-Automatic-Chain-Link-Fence-Making-Machine.html>. [Último acceso: 15 12 2017].
- [16] Weiku, «Weiku,» [En línea]. http://www.weiku.com/products/17903098/Used_chain_link_wire_net_making_machine.html. [Último acceso: 15 12 2017].
- [17] Robert L. Mott, Diseño de elemento de máquinas, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006.
- [18] G., Richard; Keith Nisbett, J., Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, México: McGraw-Hill, 2008.
- [19] I. i. online, «Ingeniería industrial online,» [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/an%C3%A1lisis-del-punto-de-equilibrio/>.
- [20] F. financieros, «conexionesan,» 01 2017. [En línea]. Available: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van/>. [Último acceso: 11 8 2018].
- [21] J. DIDIER, «PYMESFUTURO,» [En línea]. Available: <https://www.pymesfuturo.com/pri.htm>. [Último acceso: 25 10 2018].
- [22] S. C. Foix y D. Clos Costa, Teoría de máquinas, Barcelona: Universidad politécnica de Catalunya UPC, 2001.
- [23] R. L. Norton, Diseño de maquinas, Mexico: McGRAW-HILL, 2000, p. 4.
- [24] J. C. G. Espinoza y E. Berbós Almanera, Manual de mecánica industrial, Madrid: Cultural,S.A, 2002.

ANEXOS

ANEXO A: Tablas para el cálculo de la platina de arrastre

Tabla A:1: Propiedades del alambre galvanizado.

Código	Diámetro (mm)	Calibre	U/M	Presentación [kg]	Kg/m	m/kg	Área Trans. [cm²]	Capa de zinc [g/m²]
187936	6.10	4	rollo	44	0.229	4.36	0.292	50
187937	5.29	6	rollo	44	0.167	6.00	0.212	50
187938	4.20	8	rollo	44	0.109	9.19	0.139	50
187939	3.80	9	rollo	44	0.089	11.23	0.113	50
187940	3.45	10	rollo	44	0.073	13.63	0.093	50
187941	3.10	11	rollo	44	0.059	16.88	0.075	50
187942	2.80	12	rollo	44	0.048	20.69	0.062	50
187943	2.60	12.5	rollo	44	0.042	23.99	0.053	50
187944	2.45	13	rollo	44	0.037	27.02	0.047	50
187945	2.15	14	rollo	44	0.028	35.09	0.036	50
187946	1.70	16	rollo	44	0.018	56.12	0.023	50
187947	1.25	18	rollo	20	0.010	103.8	0.012	50
187948	0.90	20	rollo	20	0.005	200.2	0.006	50
187949	0.70	22	rollo	20	0.003	331.0	0.004	50
187950	0.55	24	rollo	20	0.002	536.1	0.002	50

Tabla A:2 Propiedades mecánicas del acero galvanizado

Calibre	Diámetro (mm)	Diámetro (in)	Resistencia a la tensión (Kpsi) mínimo	Resistencia a la tensión (kpsi) máximo	Capa de zinc (gr/cm²) mínimo
12.5	2.46 - 256	0.097 – 0.101	42.65	45	25
14.5	1.89 - 1.96	0.074 – 0.078	42.65	45	25
16	1.54 – 1.60	0.060 – 0.064	42.65	45	25
18	1.16 – 1.22	0.045 – 0.049	42.65	45	25
20	0.84 – 0.90	0.033 – 0.035	42.65	45	25

ANEXO B: Resistencia máxima a la tracción del alambre

Diámetro de alambre		Suave (MPa)	Normal (MPa)	Duro (MPa)
Desde (mm)	Hasta (mm)			
0.20	< 2.00	450	690	825
2.00	< 2.50	515	655	795
2.50	< 4.70	485	620	760
4.70	O mayor	485	585	725

ANEXO C: Tabla determinada para el cálculo de la deformación de la platina
de arrastre

Tabla C:1 Tipos de acero según normativa AISI-304

Características Mecánicas				
AISI	Resistencia a la Tracción	Límite Elástico	Dureza	
	Kg/mm ²	Kg/mm ²	H R _b Máx.	Brinell Máx.
201	70-80	30	95	201
301	52-75	21	88	185
302	52-70	21	88	183
302 B	55-75	21	88	183
303	52-70	21	90	180
304	50-70	21	88	183
304 L	50-65	18	88	183
304 H	75	30	92	183
304 LN	75	30	92	202
305	50-70	20	88	183
308	50-70	21	88	183
309	50-75	25	95	217
309 S	50-75	25	95	217
310	50-75	25	95	217
310 S	50-75	25	95	217
314	50-75	25	95	217
316	50-75	21	95	217
316 L	50-70	18	95	217
316 N	80	35	95	217
316 LN	75	30	95	217
316 Ti	50-78	25	95	217
317	55-75	25	90	217
317 L	80	35	95	217
321	55-75	25	88	183
321 H	75	30	95	217
347	55-75	25	92	201
348	55-75	25	92	201
403-410 S	45-60	24	90	183
405	42-53	25	88	183
410	45-88	30	95	217
416	45-74	24	98	215
420	55-77	33	95	220
430	45-62	25	90	185
430 F	45-63	25	-	185
431	84-92	65	-	270
440 A	65-80	30	95	-
440 B	75-85	40	-	-
446	52-60	31	90	185

ANEXO D: Cálculo del eje motriz del mecanismo

Anexo D:1 Propiedades mecánicas y químicas del acero AISI 1018

ACERO AISI-SAE 1018 (UNS G10180)

1. Descripción: este acero de bajo - medio carbono tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición de calibrado (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A 108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 126 HB (71 HRb)
Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI)
Esfuerzo máximo 440 MPa (63800 PSI)
Elongación máxima 15% (en 50 mm)
Reducción de área 40%
Modulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.15 – 0.20 % C
0.60 – 0.90 % Mn
0.04 % P máx
0.05 % S máx

ANEXO E: Cálculo de bandas y poleas

Diagrama E:1 Geometría de bandas planas

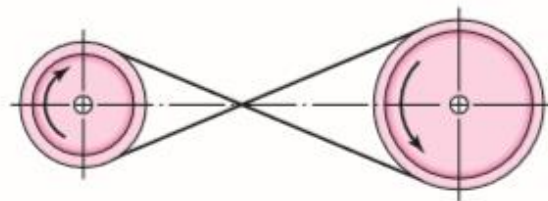
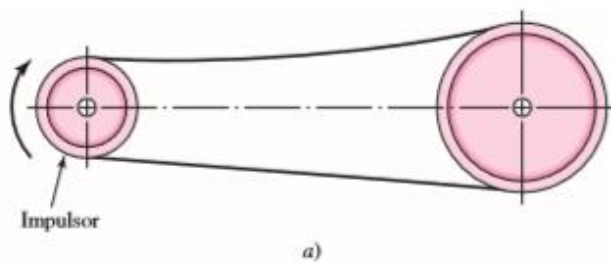
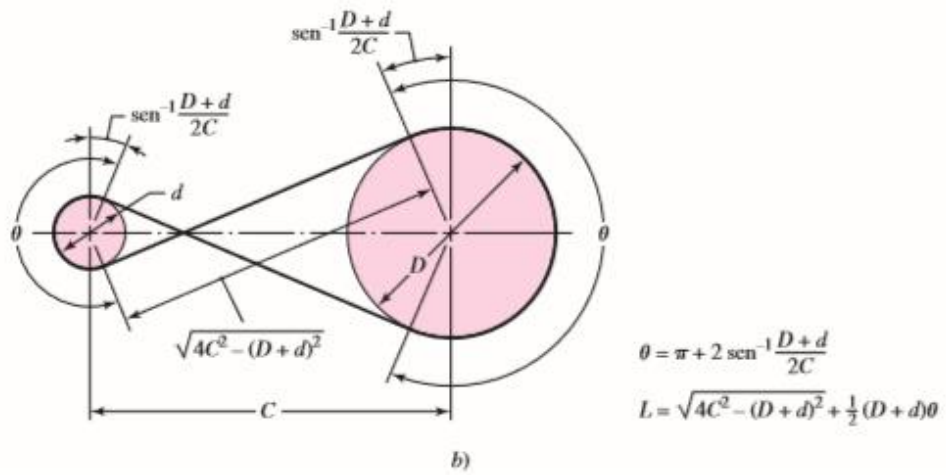
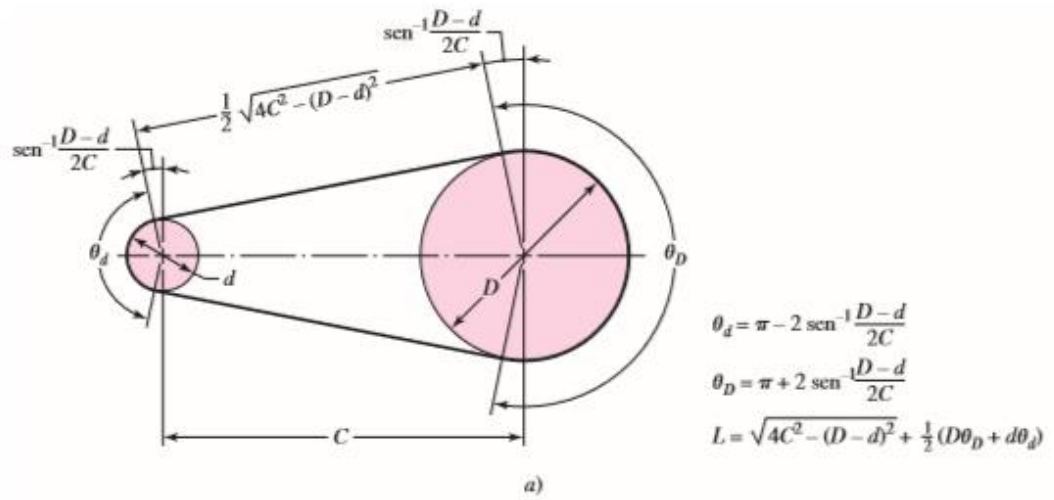


Diagrama E:2 Factor de corrección por ángulo de contacto

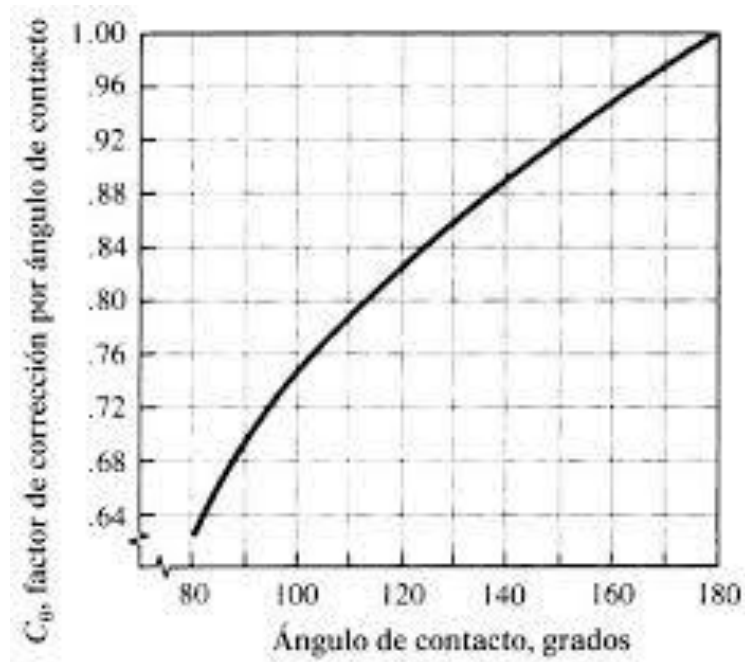


Diagrama E:3 Factor de corrección de banda

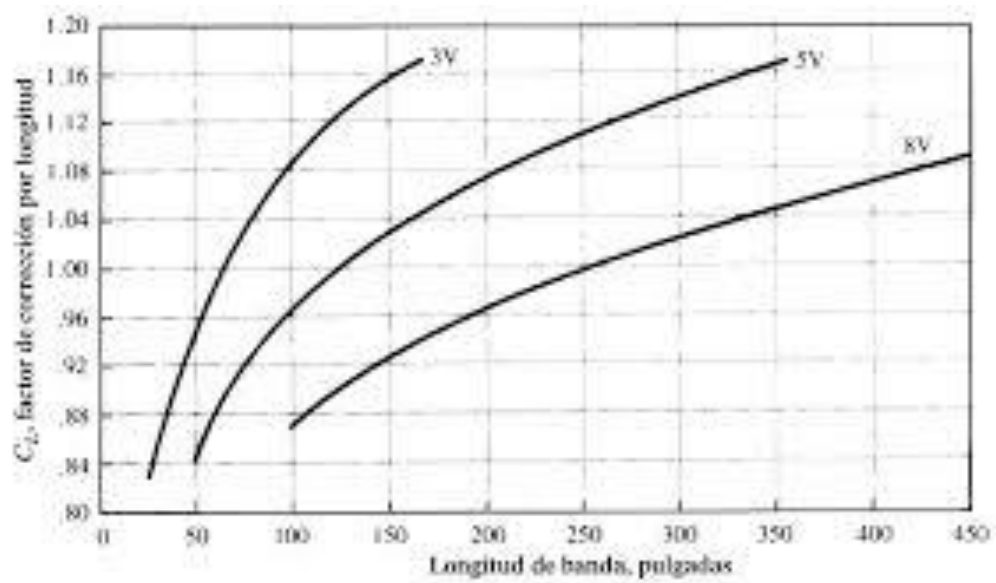


Tabla E:4 Factor de servicio para bandas tipo V

TABLA 7-1 Factores de servicio para bandas V

Tipo de máquina impulsada	Tipo de impulsor					
	Motores de CA: par torsional normal ^a Motores de CD: bobinado en derivación Motores de combustión: múltiples cilindros			Motores de CA: Alto par torsional ^a Motores de CD: bobinado en serie bobinado compuesto Motores de combustión: 4 cilindros o menos		
	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día
Agitadores, sopladores, ventiladores, bombas centrífugas, transportadores ligeros	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Generadores, máquinas herramienta, mezcladores, transportadores de grava	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Elevadores de cangilones, máquinas textiles, molinos de martillos, transportadores pesados	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Trituradoras, molinos de bolas, malacates, extrusoras de hule	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
Toda máquina que se pueda ahogar	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

^aSíncronos, fase dividida, trifásicos con par de torsión de arranque o par de torsión al paro máximo menor que 175% de par torsional con carga total.

^bMonofásicos, trifásicos con par de torsión de arranque o par de torsión al paro máximo menor que 175% de par torsional con carga total.

ANEXO F: Diseño de pernos F10

Tabla F:1 Equivalente de pernos milimétricos norma DIN / ISO

EQUIVALENCIAS PERNOS MILIMÉTRICOS NORMA DIN / ISO

Medida	Diámetro en MM	Diámetro en PLG	Paso Rosca Gruesa	Paso Rosca Fina	Cabeza Llave Hex MM
M 4	4.00	0.157	0.7		7
M 5	5.00	0.197	0.8		8
M 6	6.00	0.236	1.0		10
M 8	8.00	0.315	1.25	1.25	13
M 10	10.00	0.394	1.5	1.0 / 1.25	17
M 12	12.00	0.472	1.75	1.25 / 1.50	19
M 14	14.00	0.551	2.0	1.5	22
M 16	16.00	0.630	2.0	1.5	24
M 18	18.00	0.709	2.5	1.5	27
M 20	20.00	0.787	2.5	1.5	30
M 22	22.00	0.866	2.5	1.5	32
M 24	24.00	0.945	3.0	2.0	36

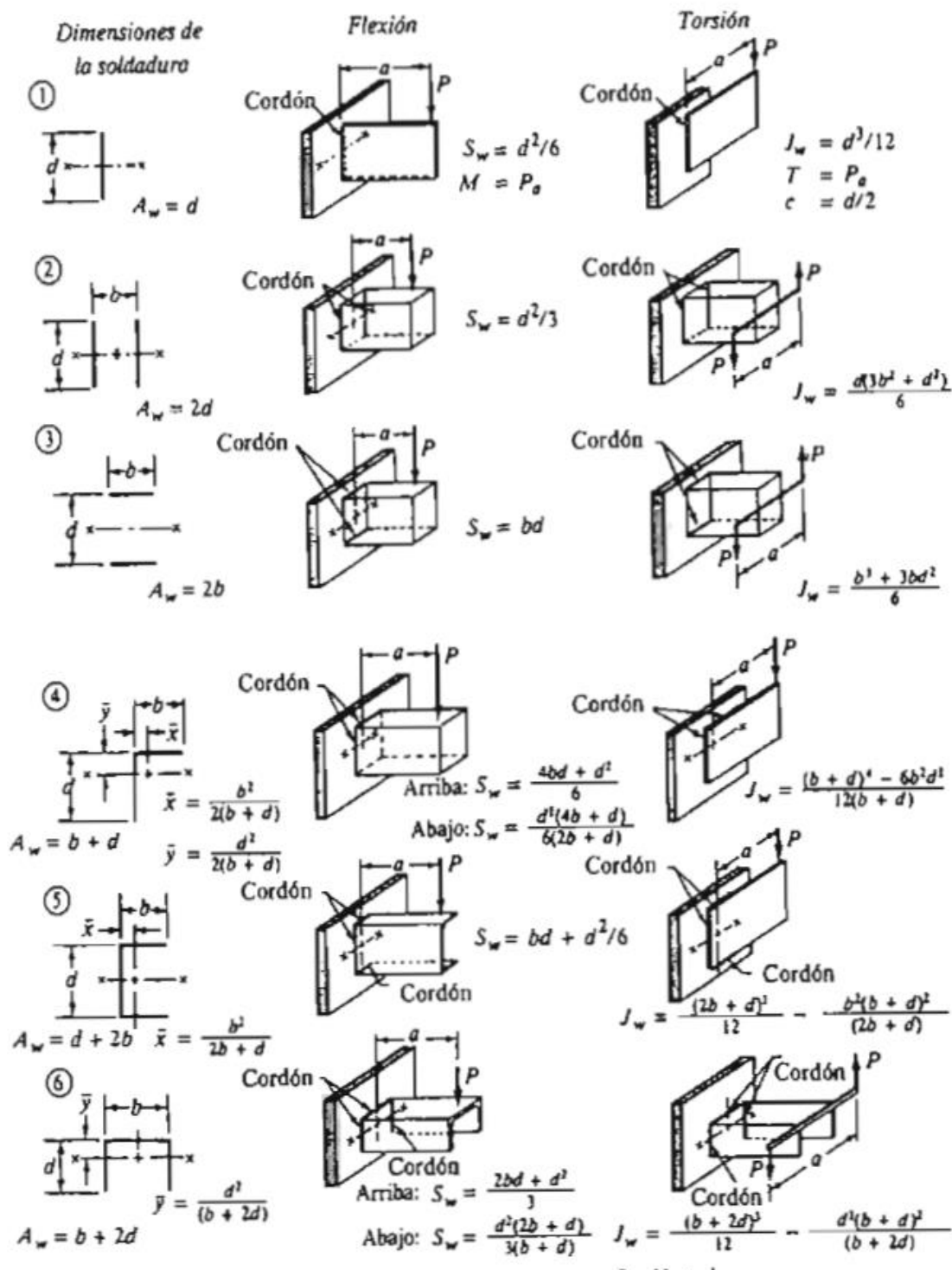
EQUIVALENCIAS PERNOS PULGADAS NORMA SAE

Medida	Diámetro en PLG	Diámetro en MM	Rosca Gruesa Hilos x PLG	Rosca Fina Hilos x PLG	Cabeza Llave Hex PLG
1/8"	0.125	3.175	40	44	Tornillo
5/32"	0.156	3.969	32	36	Tornillo
3/16"	0.188	4.763	24	32	Tornillo
1/4"	0.250	6.350	20	28	7/16"
5/16"	0.313	7.938	18	24	1/2"
3/8"	0.375	9.525	16	24	9/16"
7/16"	0.438	11.113	14	20	5/8"
1/2"	0.500	12.700	13	20	3/4"
9/16"	0.563	14.288	12	18	13/16"
5/8"	0.625	15.875	11	18	15/16"
3/4"	0.750	19.050	10	16	1 1/8"
7/8"	0.875	22.223	9	14	1 5/16"
1"	1.000	25.400	8	14	1 1/2"
1 1/8"	1.125	28.576	7	12	1 11/16"
1 1/4"	1.250	31.750	7	12	1 7/8"
1 1/2"	1.500	38.100	6	12	2 1/16"

Tabla F:2 Diámetro nominal para brocas roscadas métricas finas

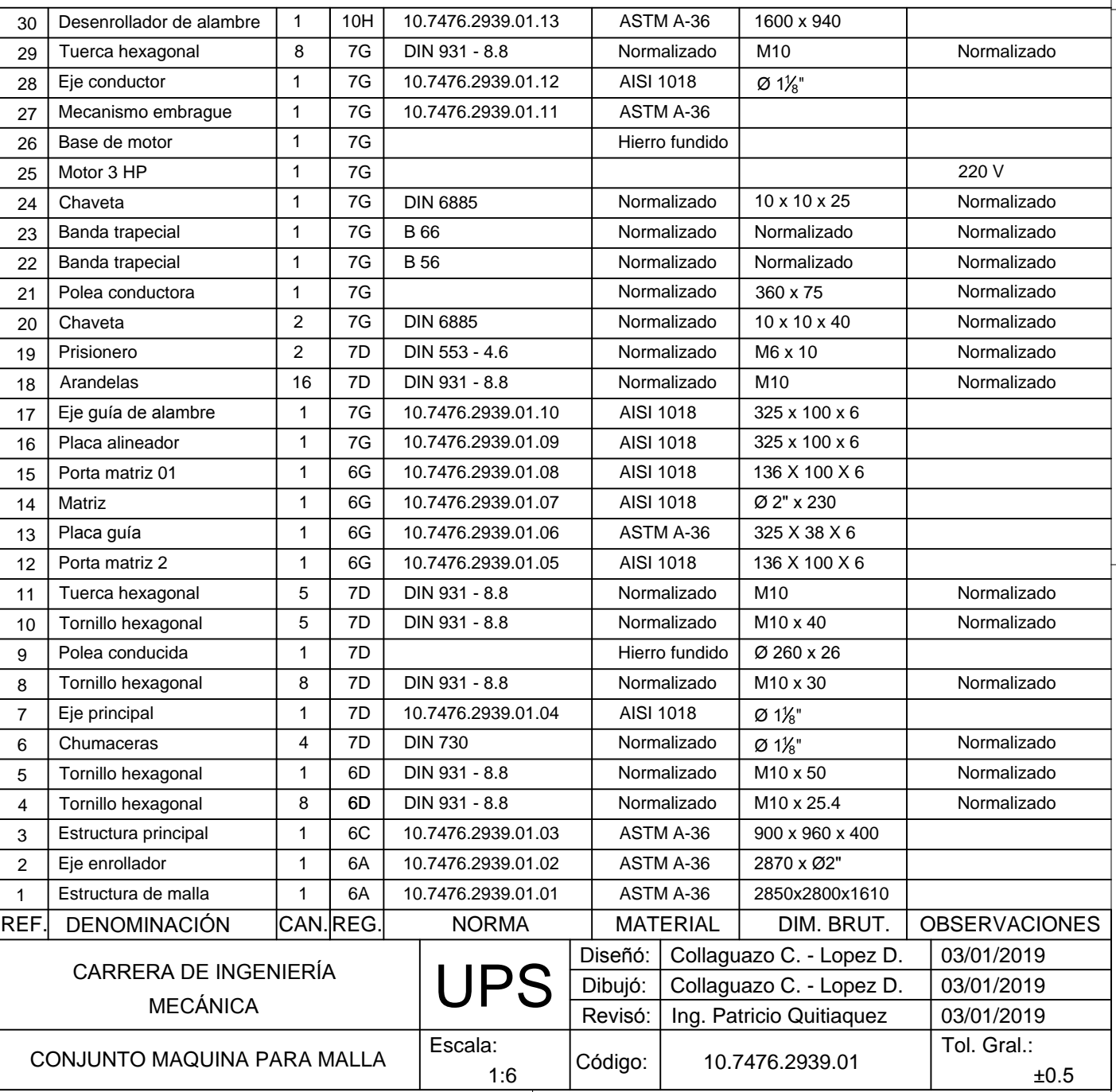
Ø x paso mm.	Ø nominal mm.	Ø broca mm.	Ø x paso mm.	Ø nominal mm.	Ø broca mm.
M1 x 0,20	1,00	0,80	M22 x 1,00	22,00	21,00
M1,1 x 0,20	1,10	0,90	M22 x 1,50	22,00	20,50
M1,2 x 0,20	1,20	1,00	M22 x 2,00	22,00	20,00
M1,4 x 0,20	1,40	1,20	M24 x 1,00	24,00	23,00
M1,6 x 0,20	1,60	1,40	M24 x 1,50	24,00	22,50
M1,8 x 0,20	1,80	1,60	M24 x 2,00	24,00	22,00
M2 x 0,25	2,00	1,75	M27 x 1,00	27,00	26,00
M2,2 x 0,25	2,20	1,95	M27 x 1,50	27,00	25,50
M2,5 x 0,35	2,50	2,15	M27 x 2,00	27,00	25,00
M3 x 0,35	3,00	2,65	M30 x 1,00	30,00	29,00
M3,5 x 0,35	3,50	3,15	M30 x 1,50	30,00	28,50
M4 x 0,50	4,00	3,50	M30 x 2,00	30,00	28,00
M4,5 x 0,50	4,50	4,00	M30 x 3,00	30,00	27,00
M5 x 0,50	5,00	4,50	M33 x 1,50	33,00	31,50
M6 x 0,50	6,00	5,50	M33 x 2,00	33,00	31,00
M6 x 0,75	6,00	5,20	M33 x 3,00	33,00	30,00
M7 x 0,75	7,00	6,20	M36 x 1,50	36,00	34,50
M8 x 0,50	8,00	7,50	M36 x 2,00	36,00	34,00
M8 x 0,75	8,00	7,20	M36 x 3,00	36,00	33,00
M8 x 1,00	8,00	7,00	M39 x 1,50	39,00	37,50
M9 x 1,00	9,00	8,00	M39 x 2,00	39,00	37,00
M10 x 0,75	10,00	9,20	M39 x 3,00	39,00	36,00
M10 x 1,00	10,00	9,00	M42 x 1,50	42,00	40,50
M10 x 1,25	10,00	8,80	M42 x 2,00	42,00	40,00
M11 x 1,00	11,00	10,00	M42 x 3,00	42,00	39,00
M12 x 1,00	12,00	11,00	M42 x 4,00	42,00	38,00
M12 x 1,25	12,00	10,80	M45 x 1,50	45,00	43,50
M12 x 1,50	12,00	10,50	M45 x 2,00	45,00	43,00
M14 x 1,00	14,00	13,00	M45 x 3,00	45,00	42,00
M14 x 1,25	14,00	12,80	M45 x 4,00	45,00	41,00
M14 x 1,50	14,00	12,50	M48 x 1,50	48,00	46,50
M16 x 1,00	16,00	15,00	M48 x 2,00	48,00	46,00
M16 x 1,50	16,00	14,50	M48 x 3,00	48,00	45,00
M18 x 1,00	18,00	17,00	M48 x 4,00	48,00	44,00
M18 x 1,50	18,00	16,50	M52 x 1,50	52,00	50,50
M18 x 2,00	18,00	16,00	M52 x 2,00	52,00	50,00
M20 x 1,00	20,00	19,00	M52 x 3,00	52,00	49,00
M20 x 1,50	20,00	18,50	M52 x 4,00	52,00	48,00
M20 x 2,00	20,00	18,00			

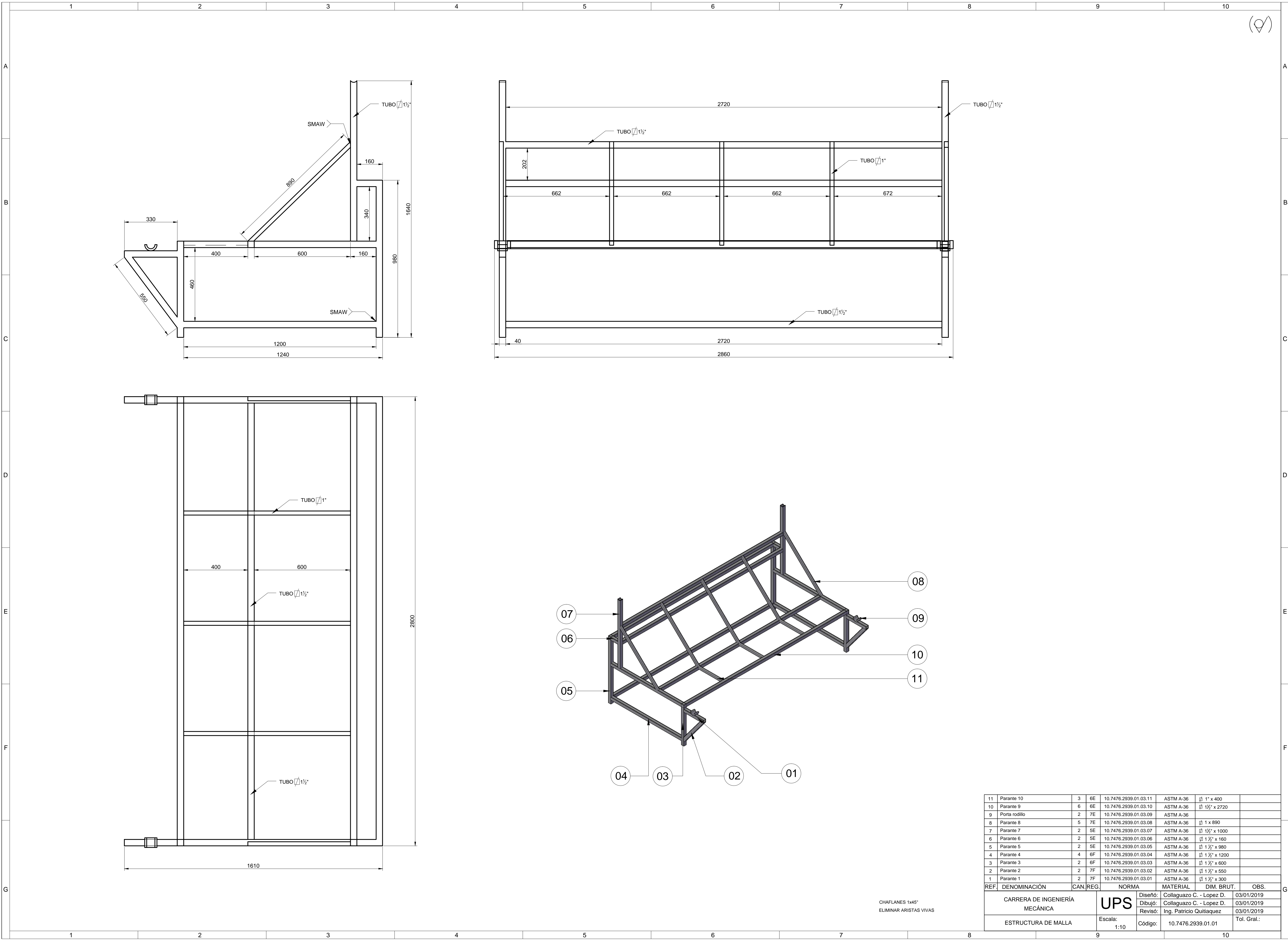
ANEXO G: Factores geométricos para el análisis de soldadura



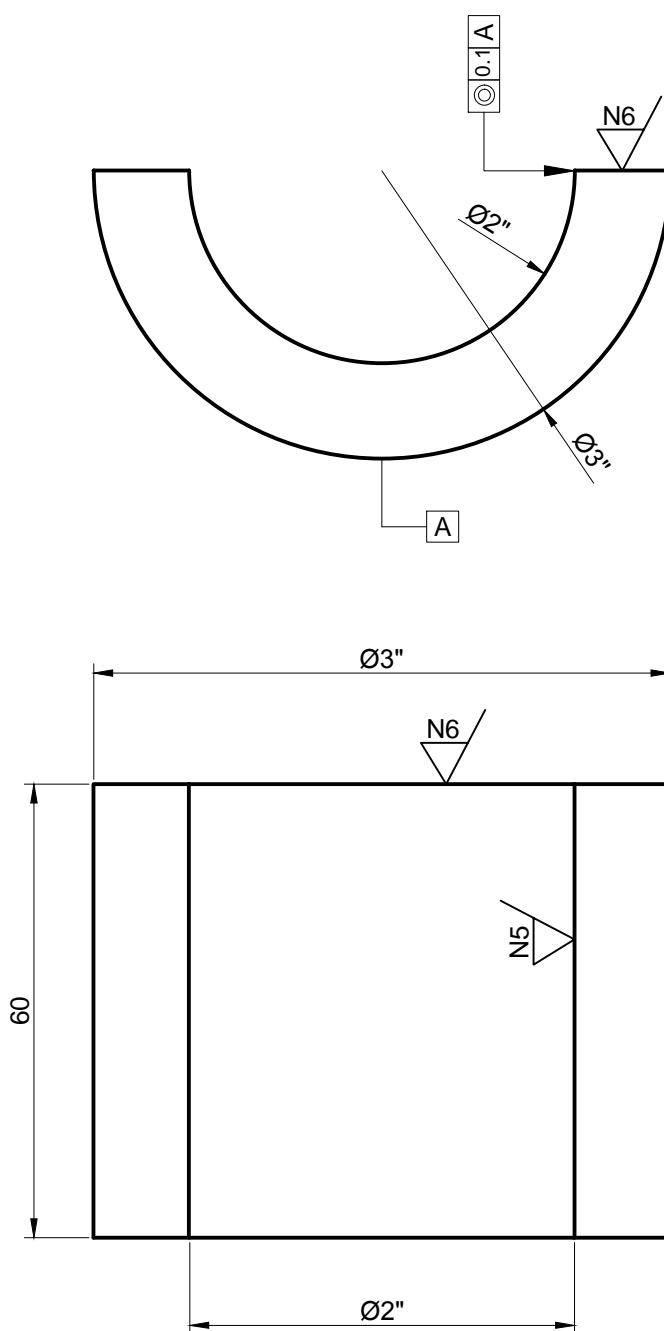
ANEXO

PLANOS





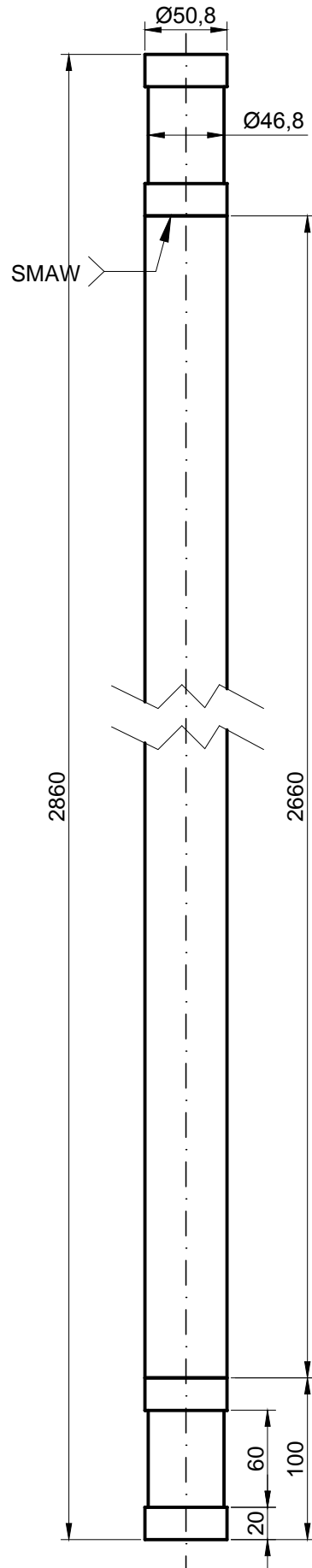
11	Parante 10	3	6E	10.7476.2939.01.03.11	ASTM A-36	11 x 400	
10	Parante 9	6	6E	10.7476.2939.01.03.10	ASTM A-36	11/2 x 2720	
9	Porta rodillo	2	7E	10.7476.2939.01.03.09	ASTM A-36		
8	Parante 8	5	7E	10.7476.2939.01.03.08	ASTM A-36	11 x 890	
7	Parante 7	2	5E	10.7476.2939.01.03.07	ASTM A-36	11/2 x 1000	
6	Parante 6	2	5E	10.7476.2939.01.03.06	ASTM A-36	11 1/2 x 160	
5	Parante 5	2	5E	10.7476.2939.01.03.05	ASTM A-36	11 1/2 x 980	
4	Parante 4	4	6F	10.7476.2939.01.03.04	ASTM A-36	11 1/2 x 1200	
3	Parante 3	2	6F	10.7476.2939.01.03.03	ASTM A-36	11 1/2 x 600	
2	Parante 2	2	7F	10.7476.2939.01.03.02	ASTM A-36	11 1/2 x 550	
1	Parante 1	2	7F	10.7476.2939.01.03.01	ASTM A-36	11 1/2 x 300	
REF.	DENOMINACIÓN	CAN.	REG.	NORMA	MATERIAL	DIM. BRUT.	OBS.
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Diseño:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
					Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
					Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
ESTRUCTURA DE MALLA				Escala: 1:10	Código:	10.7476.2939.01.01	Tol. Gral.:



CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO AISI 1018	Dim. brutas:	Ø3" X 70
Recubrimiento:	PINTURA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
PORTA ENROLLADOR	Escala: 1:1	Código:	10.7476.2939.01.01.09	Tol. Gral.:	±0.5

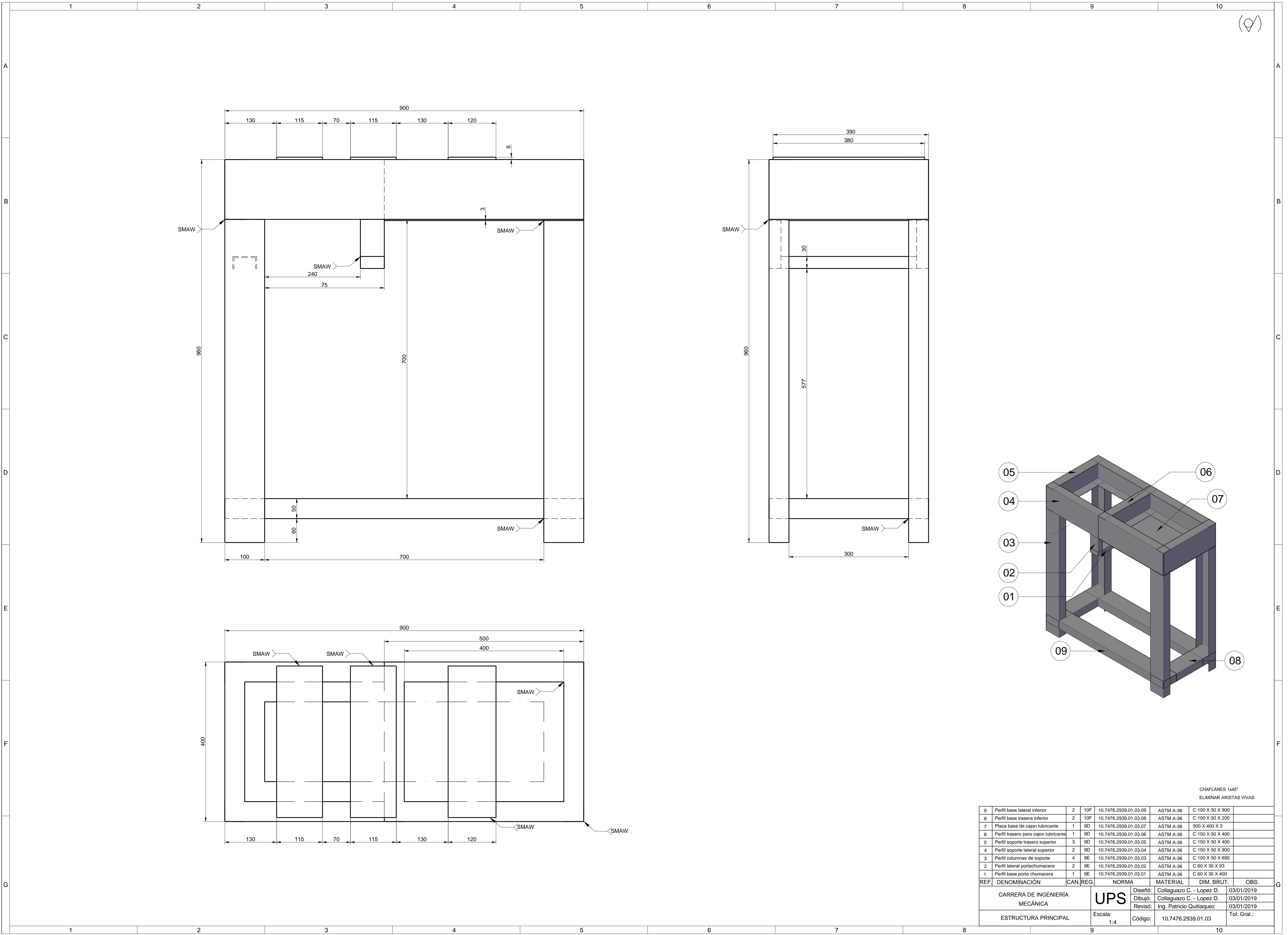
(N6)

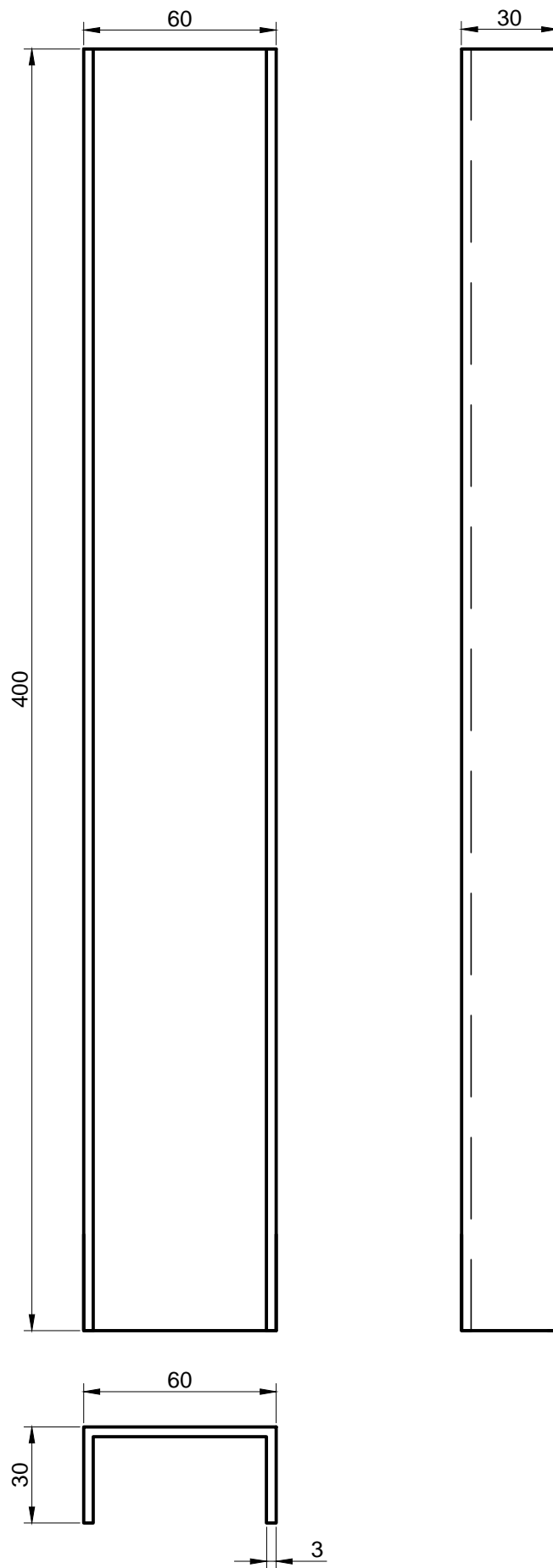


CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO ASTM A-36	Dim. brutas:	Ø2" x 2870
Recubrimiento:	NA	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
		Código:	10.7476.2939.01.02	Tol. Gral.:	±0.5
EJE ENROLLADOR	Escala: 1:4				

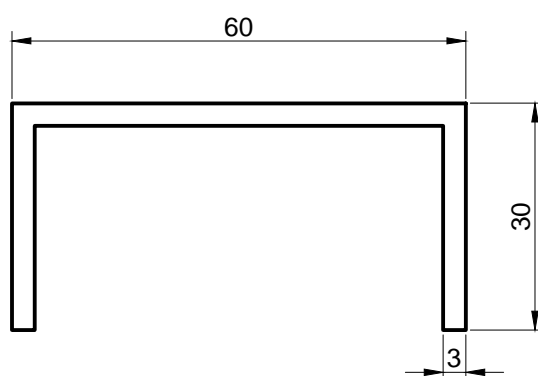
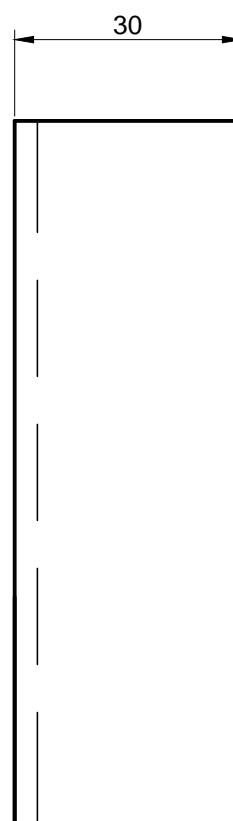
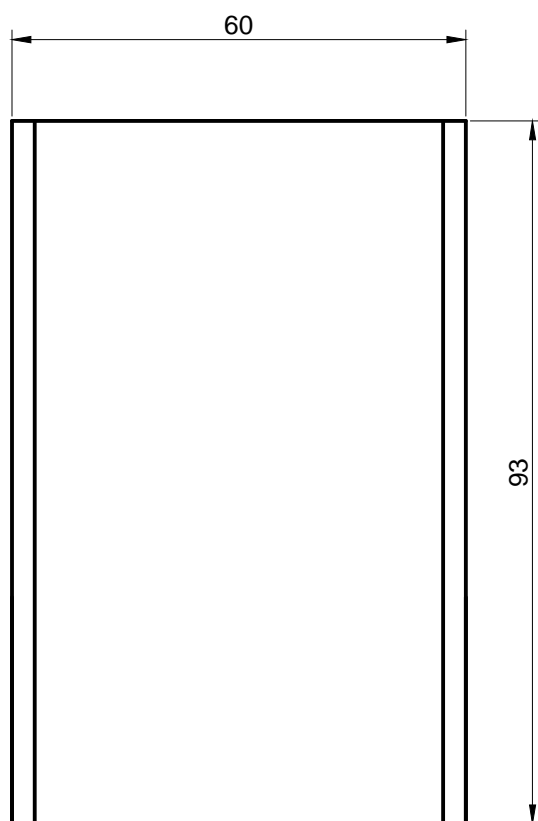
UPS



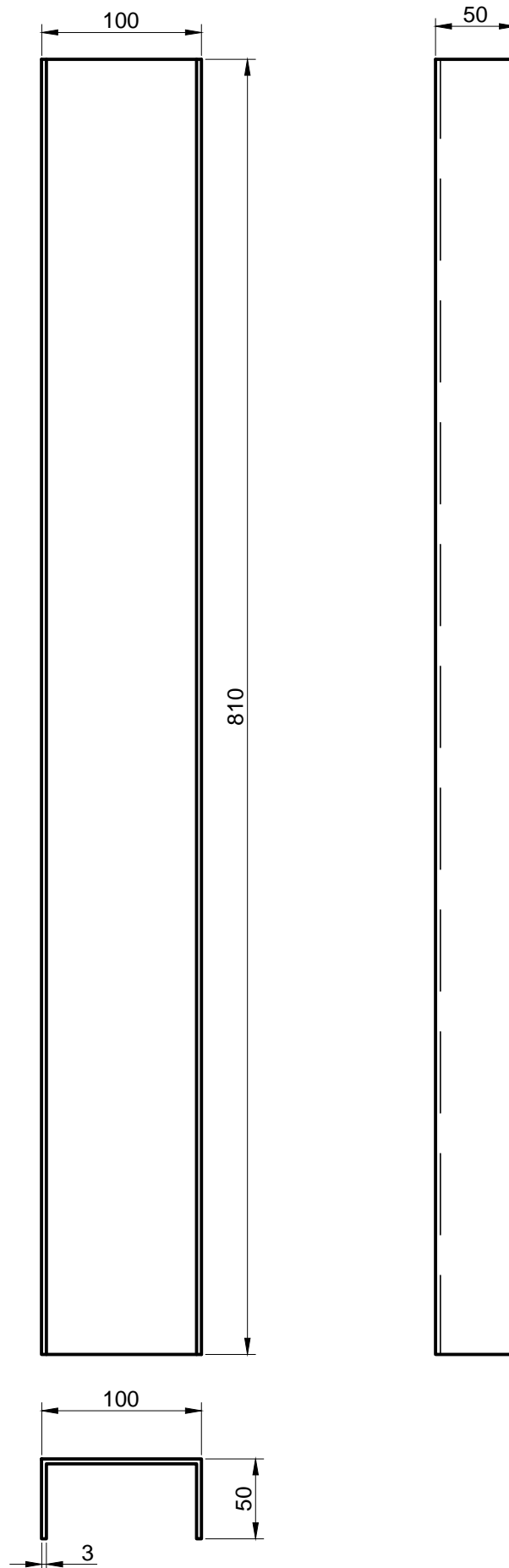


CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO ASTM A-36	Dim. brutas:	C 60 X 30 X 3 X 410
Recubrimiento:	PINTURA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
Perfil base porta chumacera	Escala: 1:2	Código:	10.7476.2939.01.03.01	Tol. Gral.:	±1

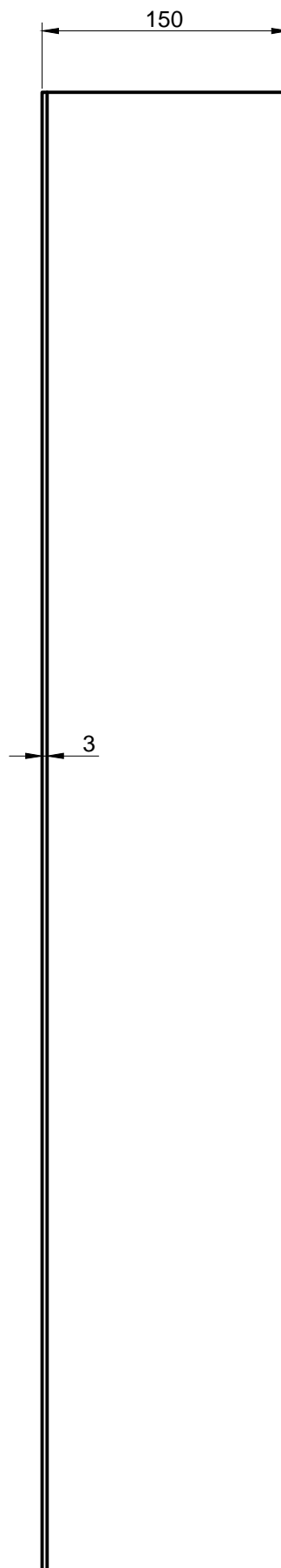
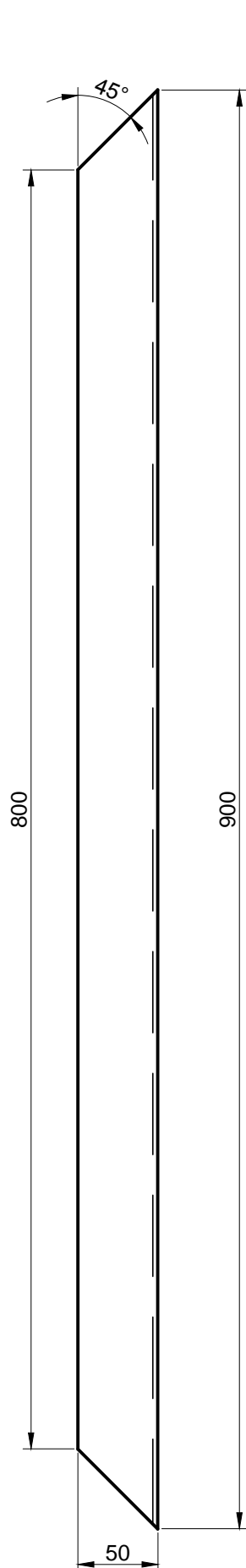


Tratamiento térmico:	NA	Material:		Dim. brutas:	
Recubrimiento:	PINTURA	ACERO ASTM A-36		C 60 X 30 X 3 X 100	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
			Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
			Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
Perfil lateral porta chumacera		Escala: 1:1	Código:	10.7476.2939.01.03.02	Tol. Gral.: ±1



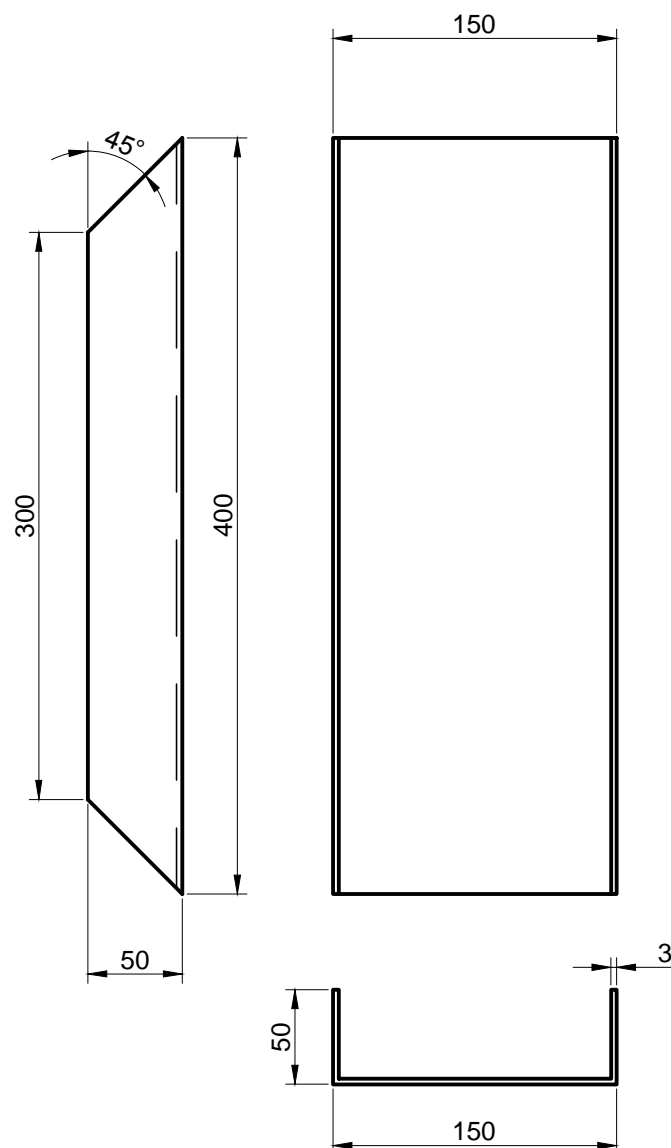
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO ASTM A-36		Dim. brutas:	C 100 X 50 X 3 X 820	
Recubrimiento:	PINTURA						
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS		Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
				Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
				Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
Perfil columna de soporte		Escala: 1:4	Código:	10.7476.2939.01.03.03		Tol. Gral.:	±1



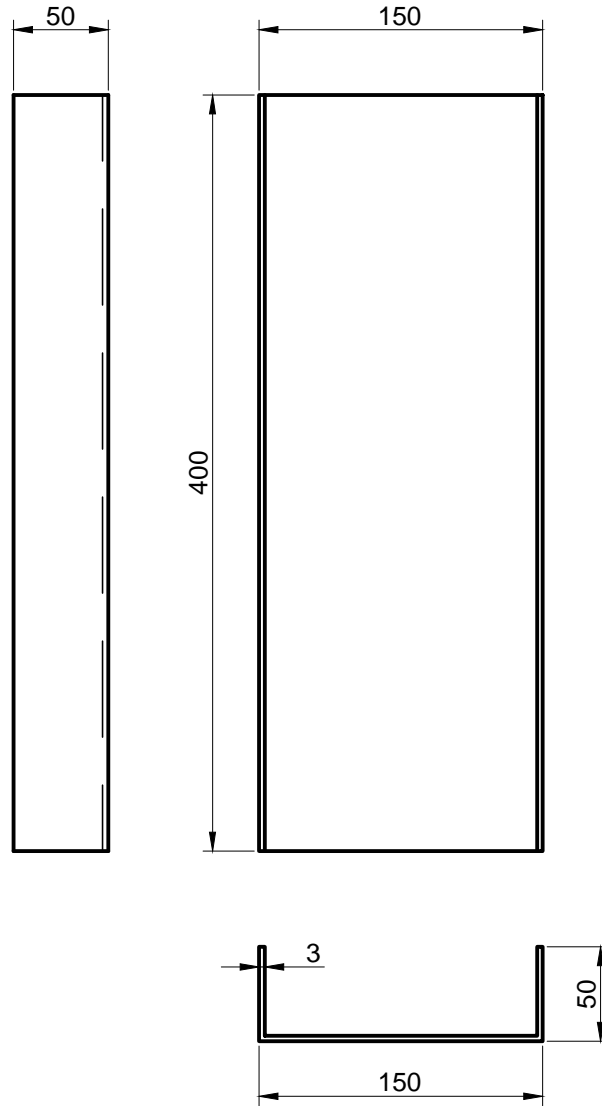
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material: ACERO ASTM A-36	Dim. brutas: C 150 X 50 X 3 X 920	
Recubrimiento:	PINTURA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
Perfil soporte lateral superior	Escala: 1:4	Código:	10.7476.2939.01.03.04	Tol. Gral.: ±1



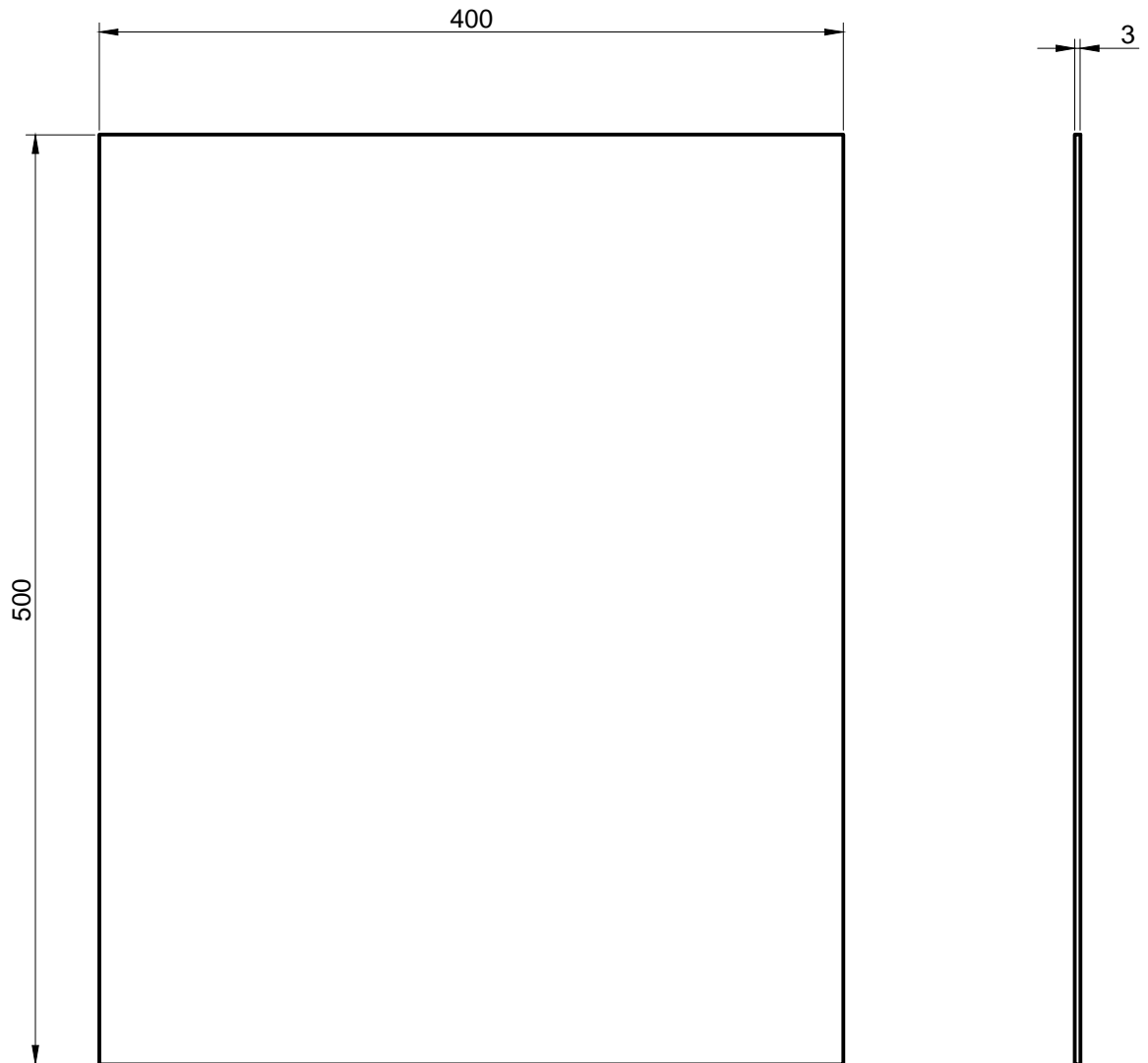
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:		Dim. brutas:	
Recubrimiento:	PINTURA	ACERO ASTM A-36		C 150 X 50 X 3 X 420	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
			Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
			Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
Perfil soporte trasero superior		Escala: 1:4	Código:	10.7476.2939.01.03.05	Tol. Gral.: ±1



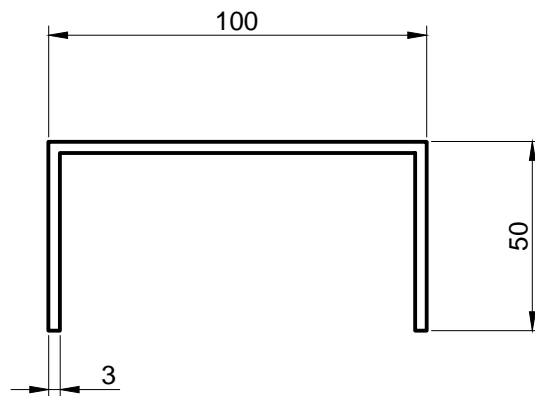
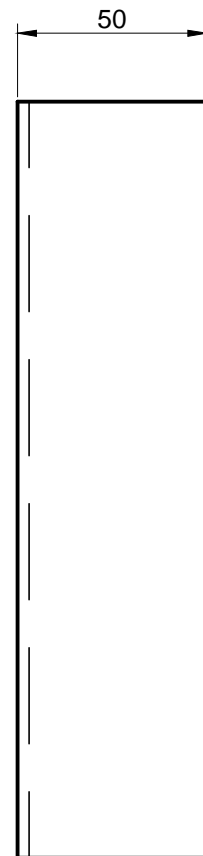
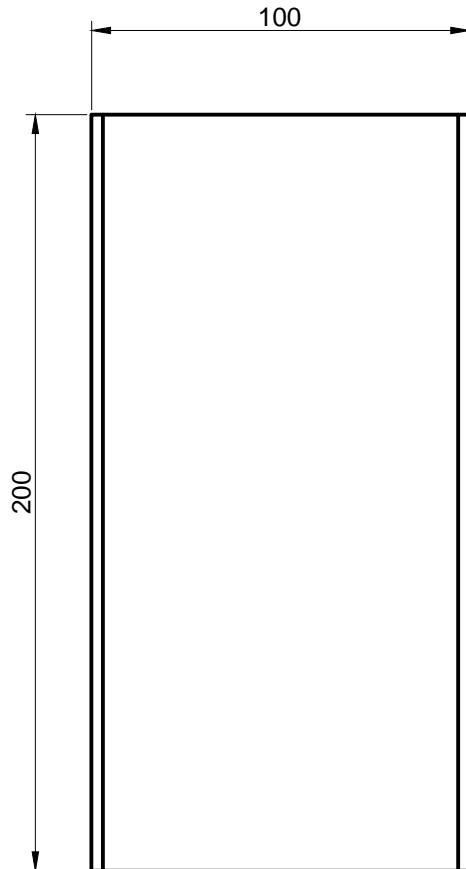
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material: ACERO ASTM A-36	Dim. brutas: C 150 X 50 X 3 X 420	
Recubrimiento:	PINTURA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
Perfil trasero de cajon	Escala: 1:4	Código:	10.7476.2939.01.03.06	Tol. Gral.: ±1



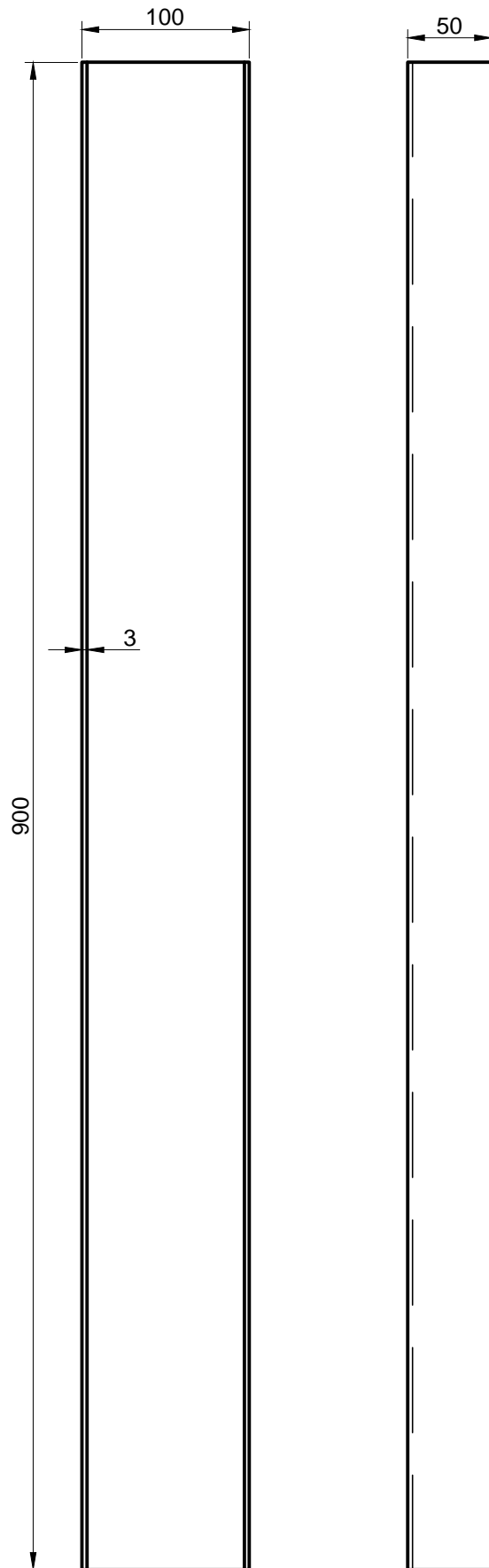
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material: ACERO ASTM A-36	Dim. brutas: 510 X 410 X 3	
Recubrimiento:	PINTURA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
Placa base de cajon		Escala: 1:4	Código: 10.7476.2939.01.03.07	Tol. Gral.: ±1



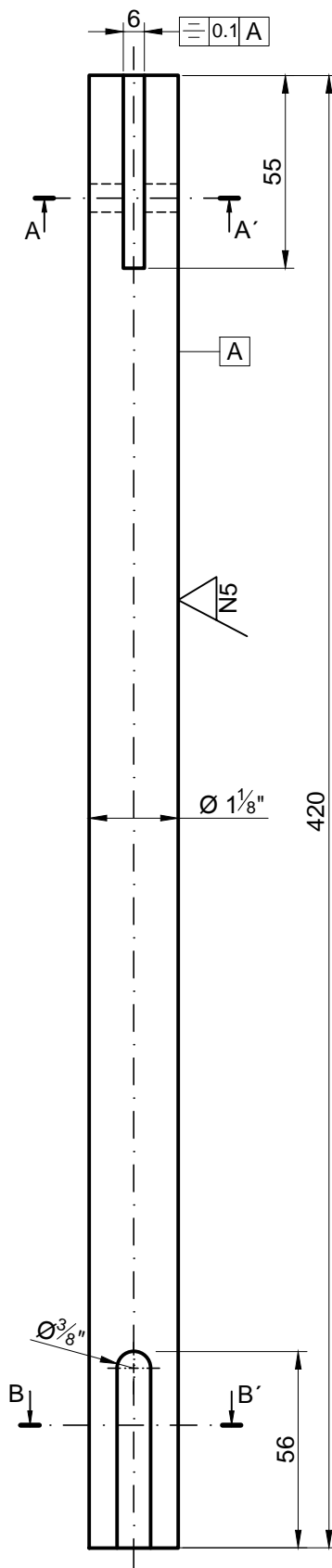
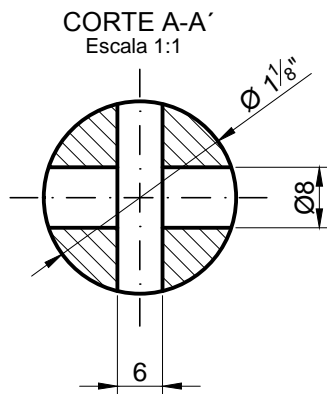
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO ASTM A-36		Dim. brutas:
Recubrimiento:	PINTURA				C 100 X 50 X 3 X 220
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
			Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
			Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
Perfil base trasera inferior		Escala: 1:2	Código:	10.7476.2939.01.03.08	Tol. Gral.: ±1

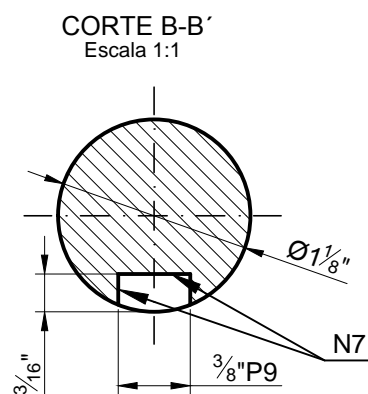


CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

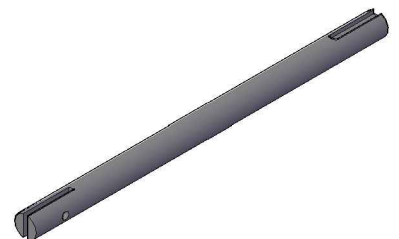
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO ASTM A-36		Dim. brutas:
Recubrimiento:	PINTURA				C 100 X 50 X 3 X 920
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
Perfil lateral inferior		Escala:	Código:	Tol. Gral.:	
		1:4		±1	



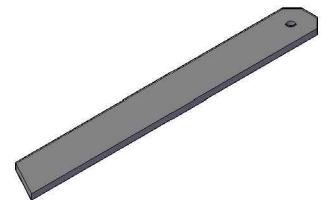
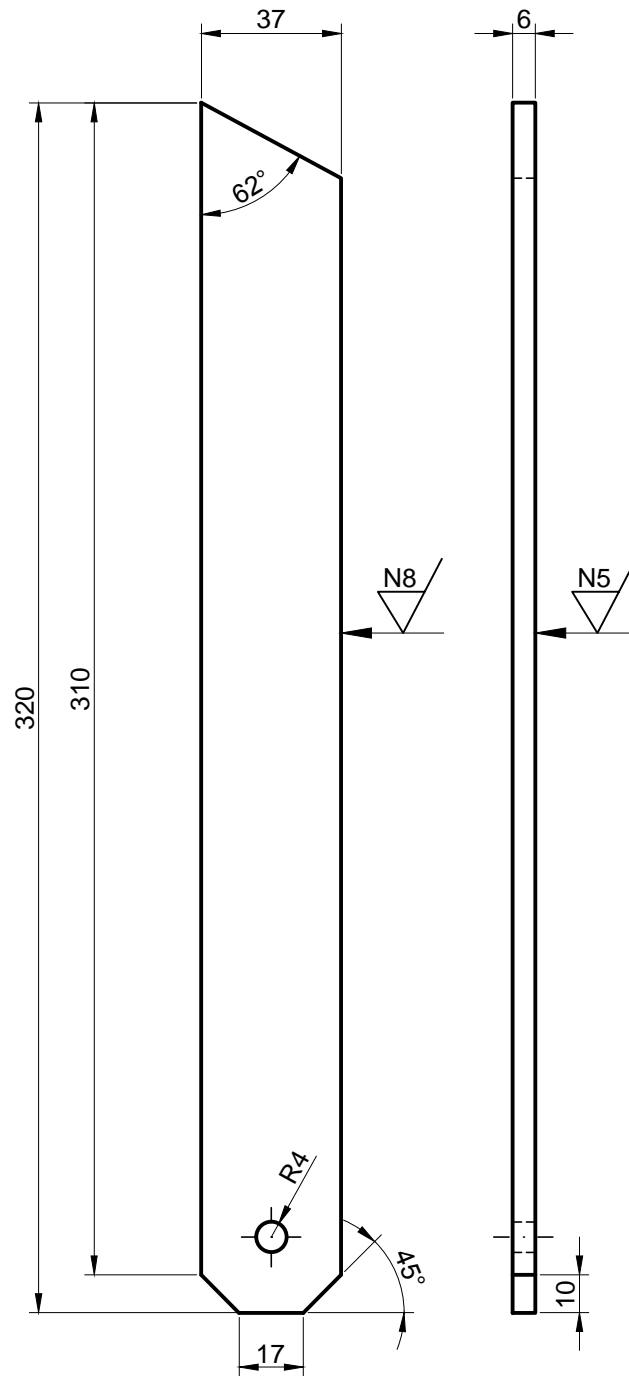
N6 / (N5 / N7)



CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

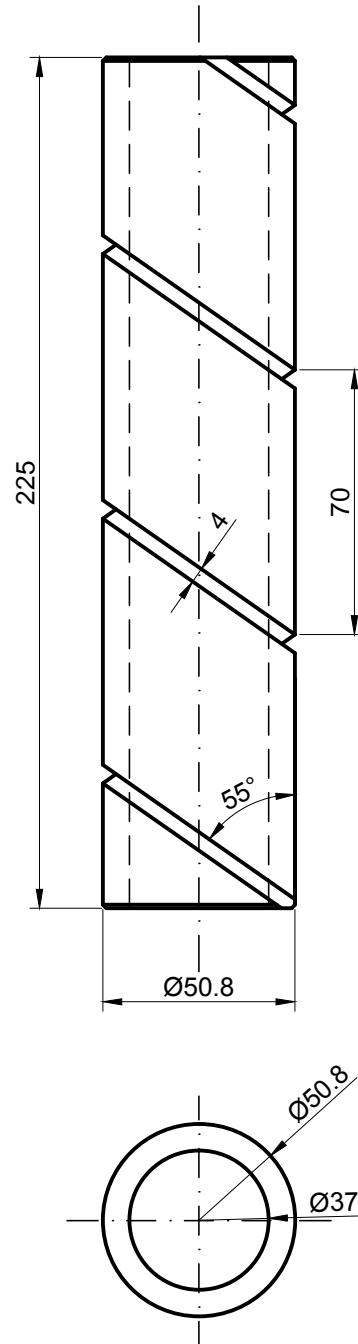


Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO AISI 1018	Dim. brutas:	Ø 1 1/4" x 425
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
EJE PRINCIPAL	Escala: 1:2	Código:	10.7476.2939.01.04	Tol. Gral.:	±0.1



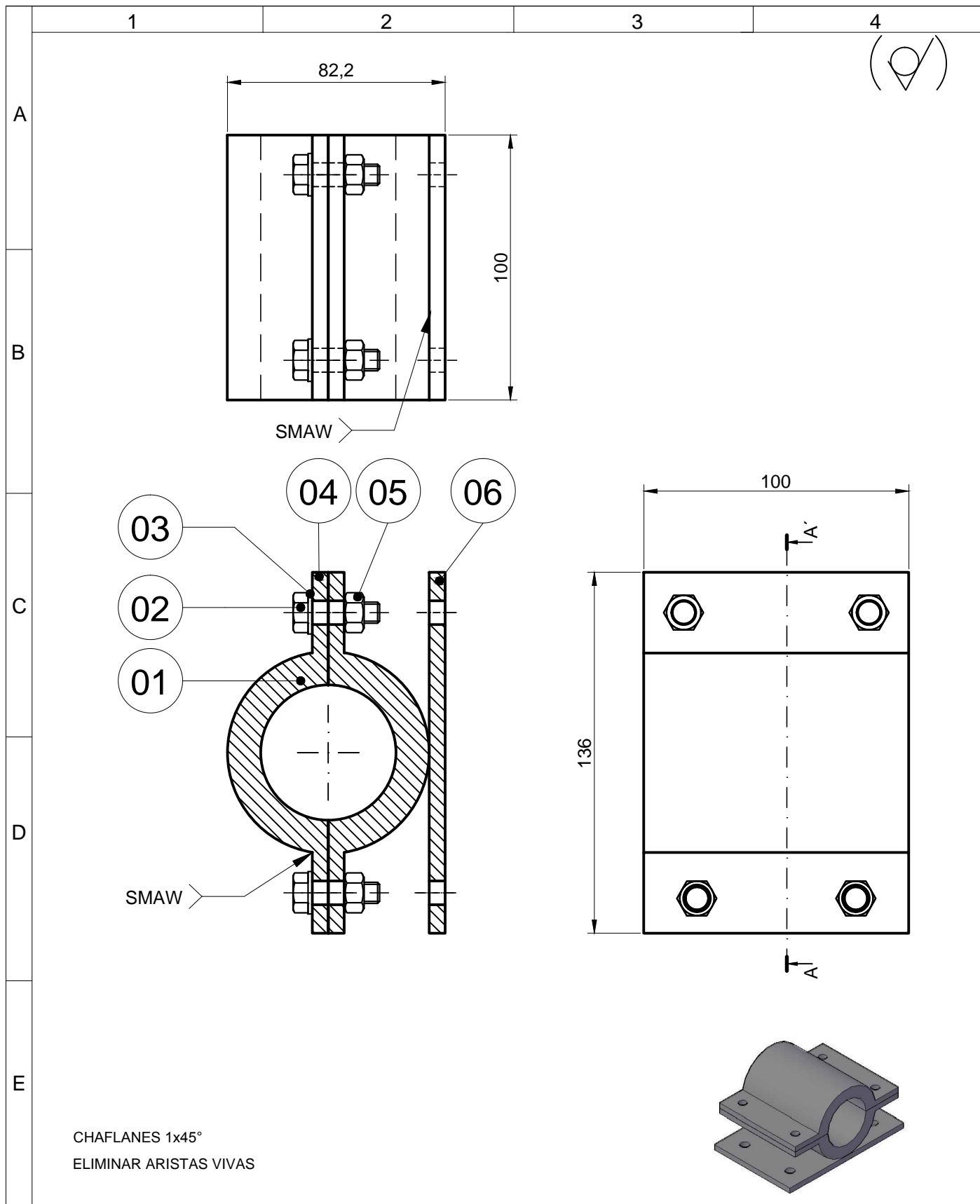
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:		Templado		Material:		Dim. brutas:	
Recubrimiento:		NA		Acero templado		325 X 38 X 6	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseño:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
				Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
				Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
PLACA GUÍA			Escala: 1:2	Código:	10.7476.2939.01.06	Tol. Gral.: ±0.1	

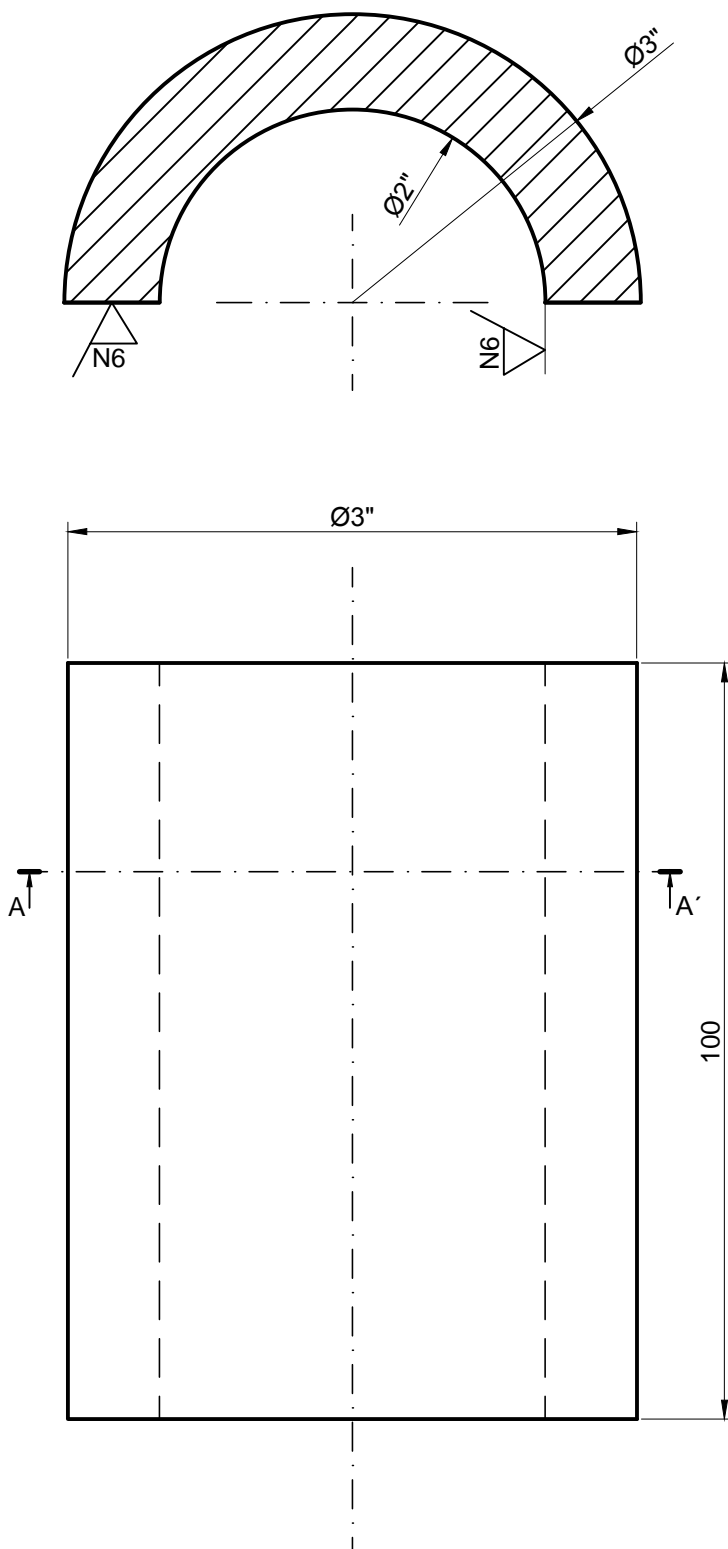


CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO AISI 1018	Dim. brutas:	Ø 2" x 230
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
MATRIZ	Escala: 1:2	Código:	10.7476.2939.01.07	Tol. Gral.:	±0.1

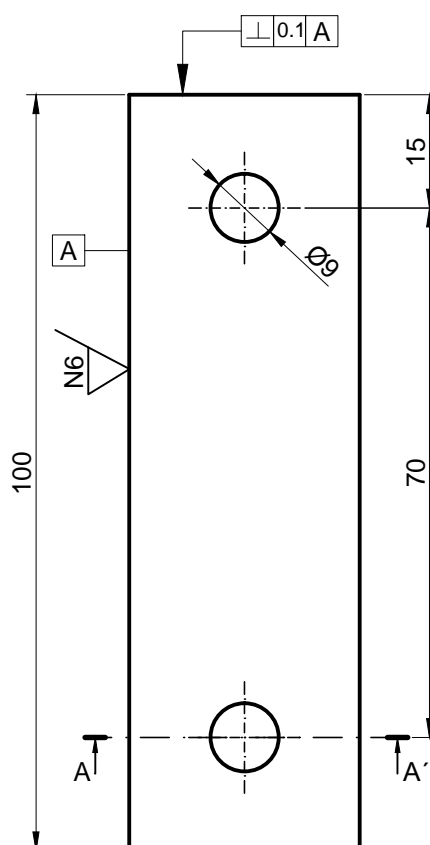
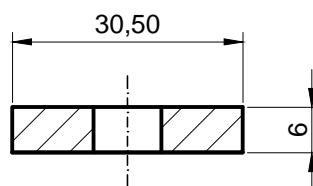


6	Placa sujeta matriz	1	2C	10.7476.2939.01.08.03	ASTM A-36	140 X 105 X 6	
5	Tuerca hexagonal	4	2C	DIN 931 - 8.8	Normalizado	M10	
4	Placa ajuste matriz	4	2C	10.7476.2939.01.08.02	ASTM A-36	105 X 32 X 6	
3	Arandela	4	2C	DIN 931 - 8.8	Normalizado	M10	
2	Tornillo hexagonal	4	2C	DIN 931 - 8.8	Normalizado	M10 X 30	
1	Eje porta matriz	2	2C	10.7476.2939.01.08.01	AISI 1018	110 X 3"	
REF.	DENOMINACIÓN	CAN.	REG.	NORMA	MATERIAL	DIM. BRUT.	OBSERVACIONES
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
					Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
					Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
PORTA MATRIZ 1				Escala: 1:2	Código:	10.7476.2939.01.08	Tol. Gral.: ±0.1



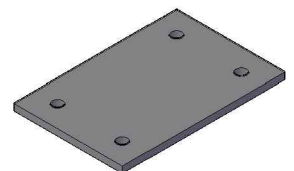
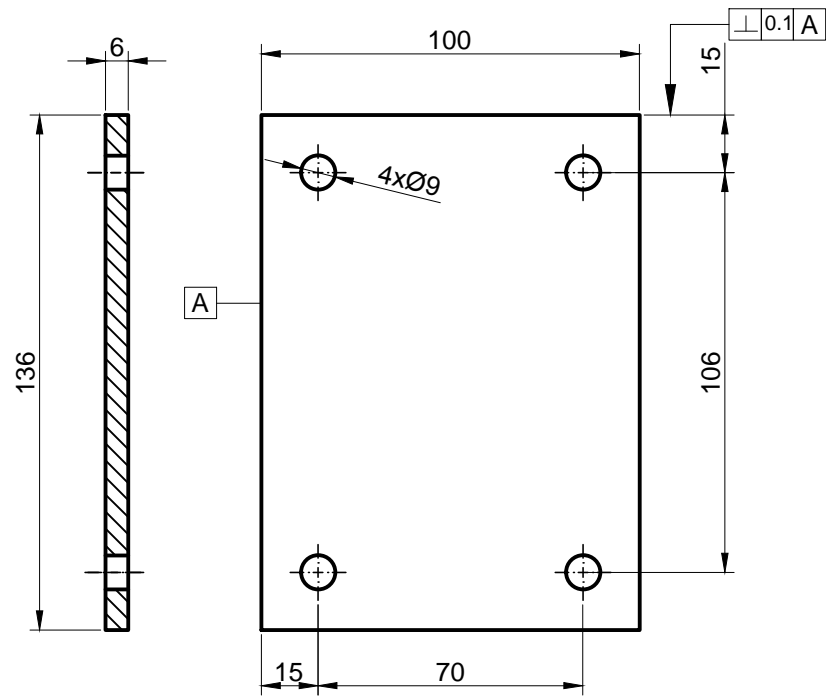
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO AISI 1018	Dim. brutas:	110 X 3"
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
EJE PORTA MATRIZ	Escala: 1:1	Código:	10.7476.2939.01.08.01	Tol. Gral.:	±0.2



CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

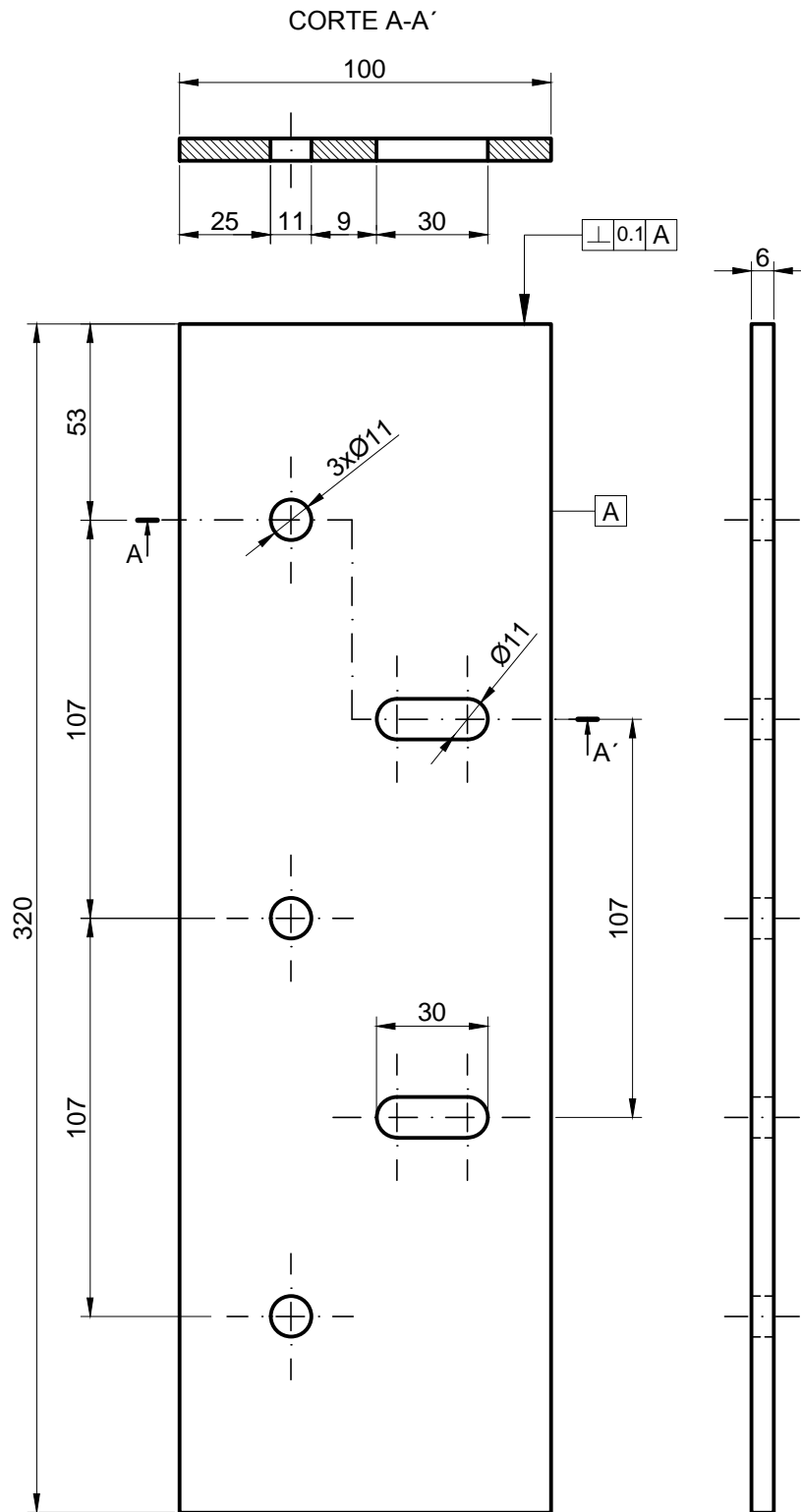
Tratamiento térmico:	NA	Material: ACERO ASTM A-53	Dim. brutas: 105 X 32 X 6	
Recubrimiento:	NA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
PLACA AJUSTE MATRIZ	Escala: 1:1	Código:	10.7476.2939.01.08.02	Tol. Gral.: ±0.2



CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

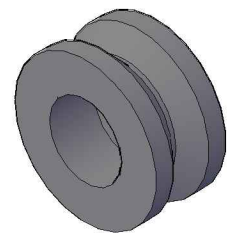
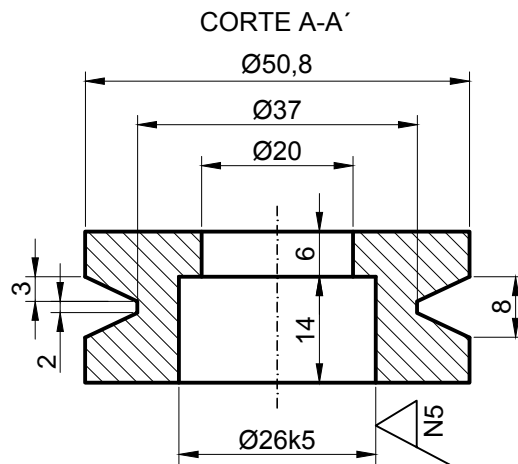
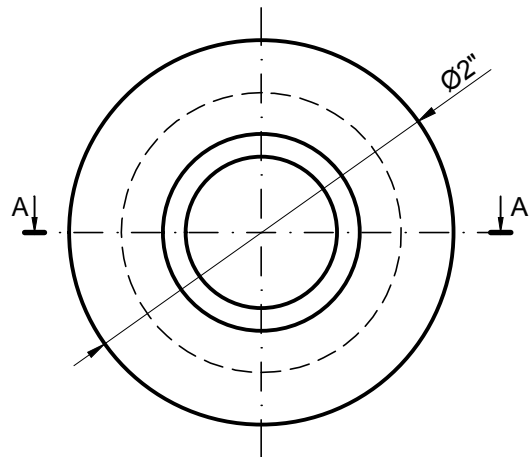
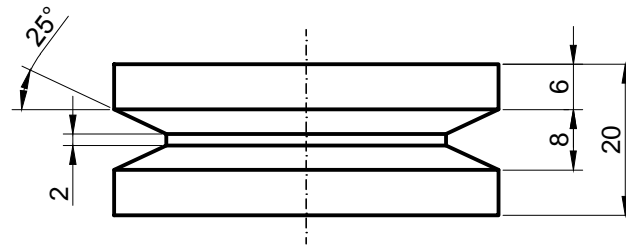
Tratamiento térmico:	NA	Material: ACERO ASTM A-53	Dim. brutas: 140 X 105 X 6	
Recubrimiento:	NA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
PLACA SUJETA MATRIZ	Escala: 1:2	Código:	10.7476.2939.01.08.03	Tol. Gral.: ±0.5

(N6)



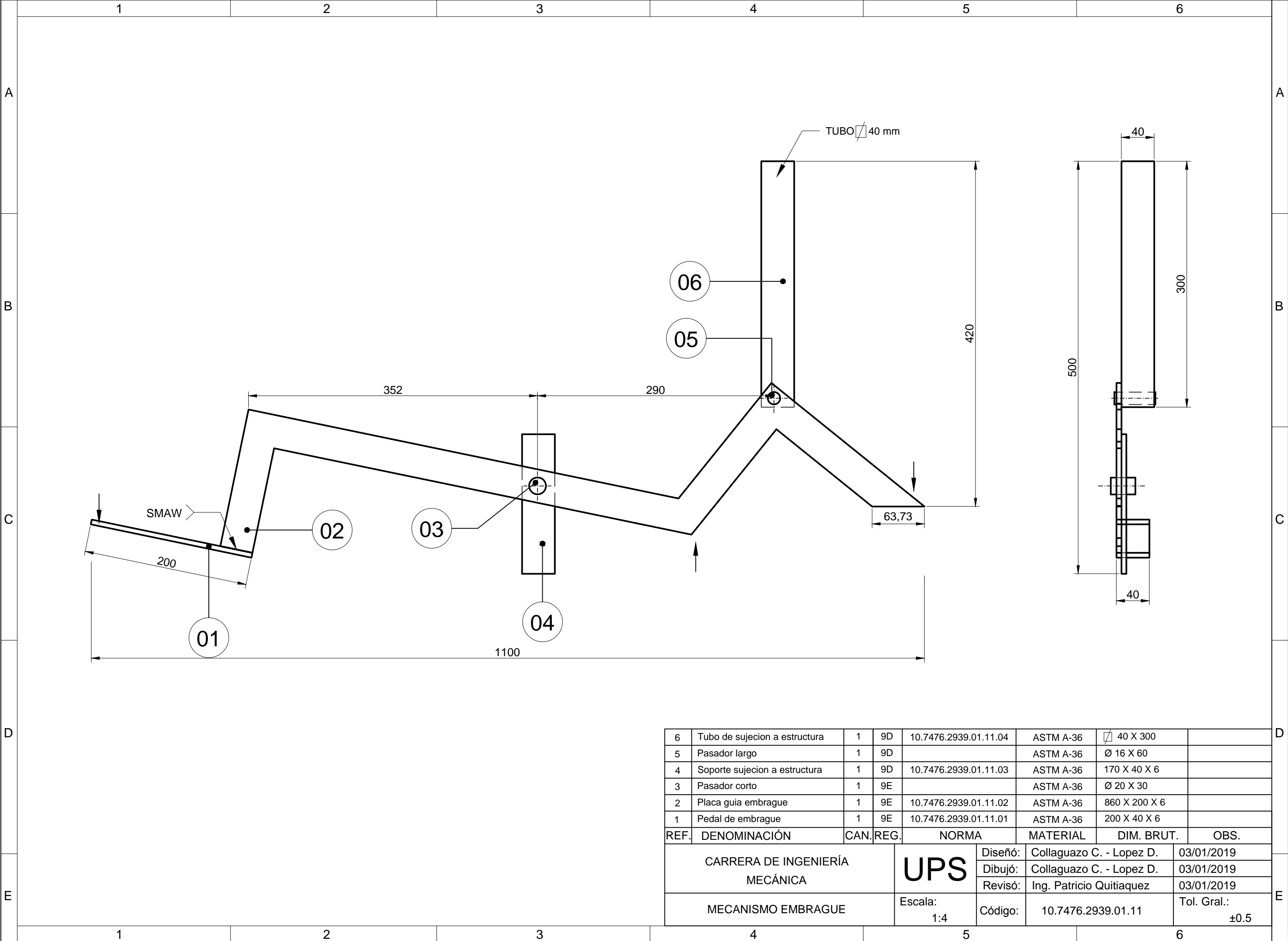
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

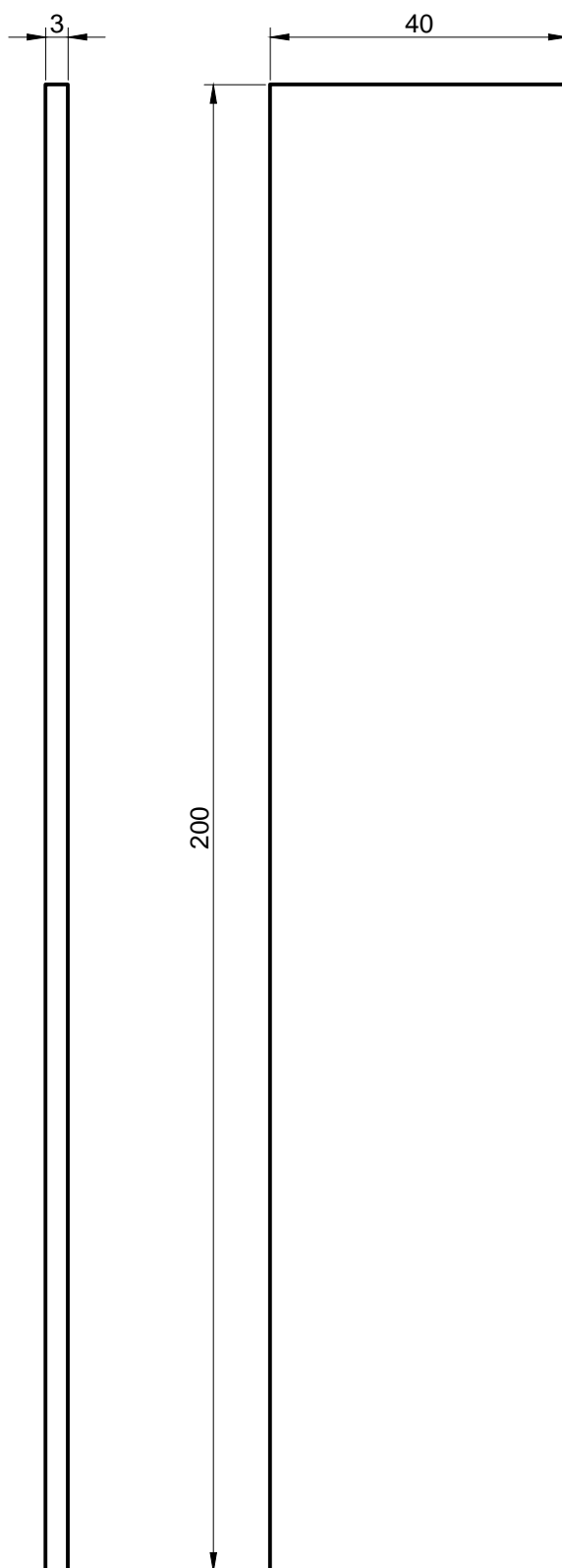
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO ASTM A-36	Dim. brutas:	325 x 105 x 6
Recubrimiento:	NA	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
PLACA ALINEADOR	Escala: 1:2	Código:	10.7476.2939.01.09	Tol. Gral.:	±0.5



CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

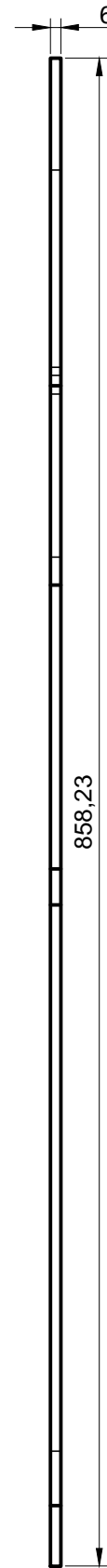
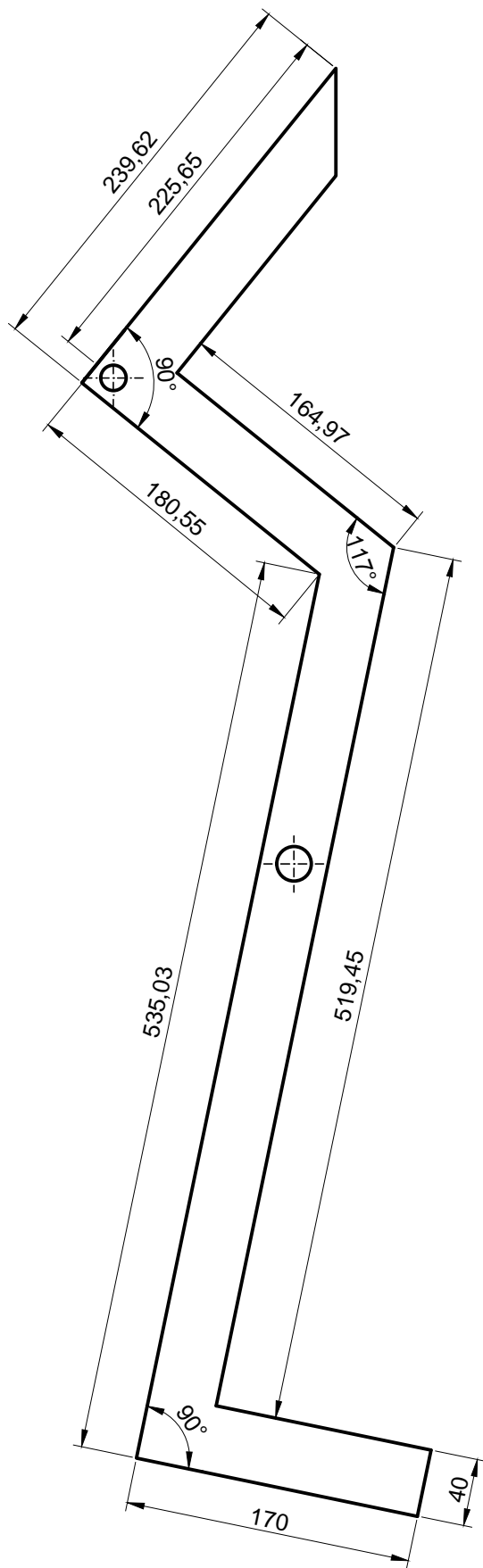
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO AISI 1018	Dim. brutas:	Ø2" x 30
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
EJE GUÍA DE ALAMBRE	Escala: 1:1	Código:	10.7476.2939.01.10	Tol. Gral.:	±0.01





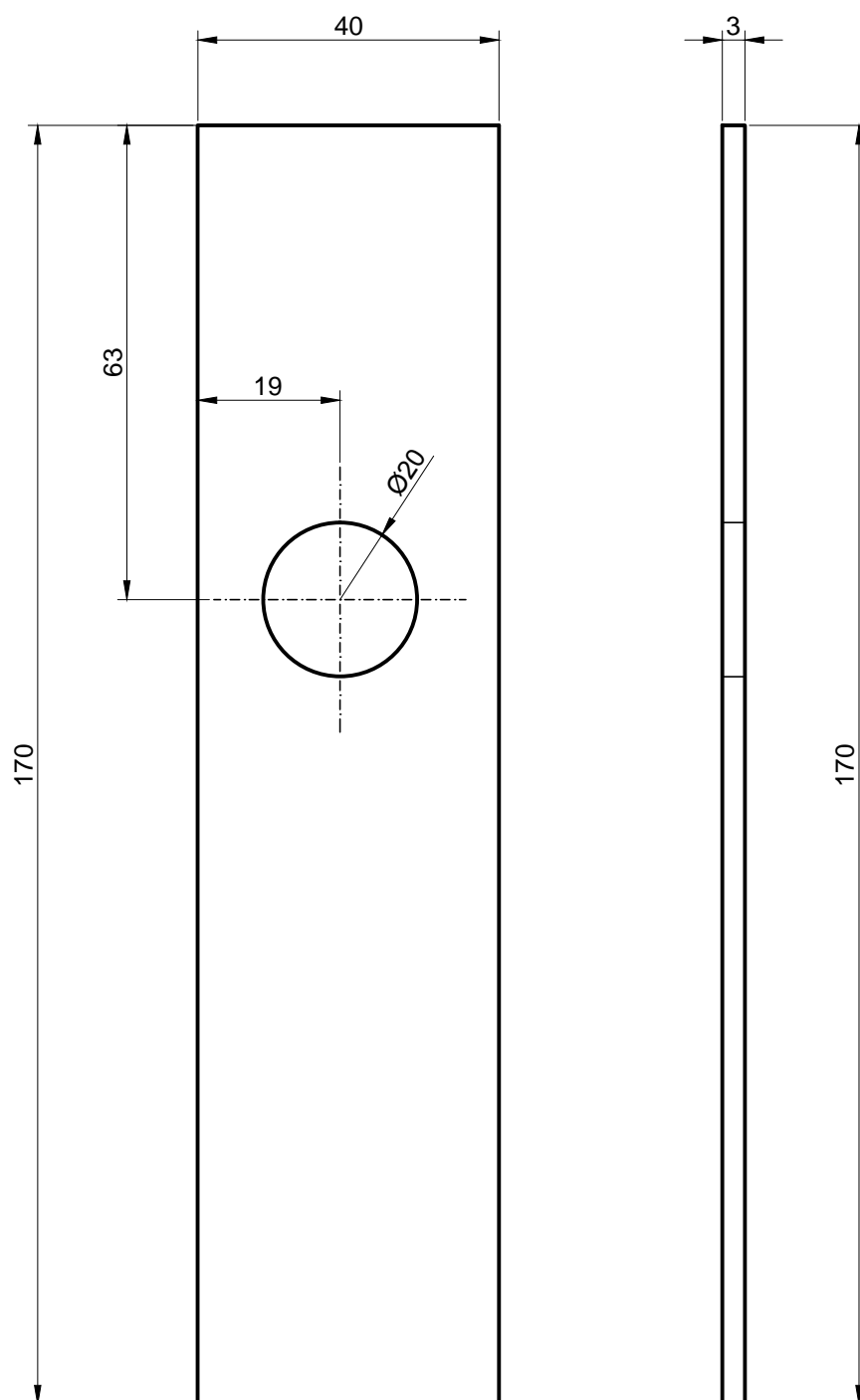
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material: ACERO ASTM A-36	Dim. brutas: 205 x 45 x 6	
Recubrimiento:	PINTURA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
Pedal de embrague	Escala: 1:1	Código:	10.7476.2939.01.11.01	Tol. Gral.: ±0.5



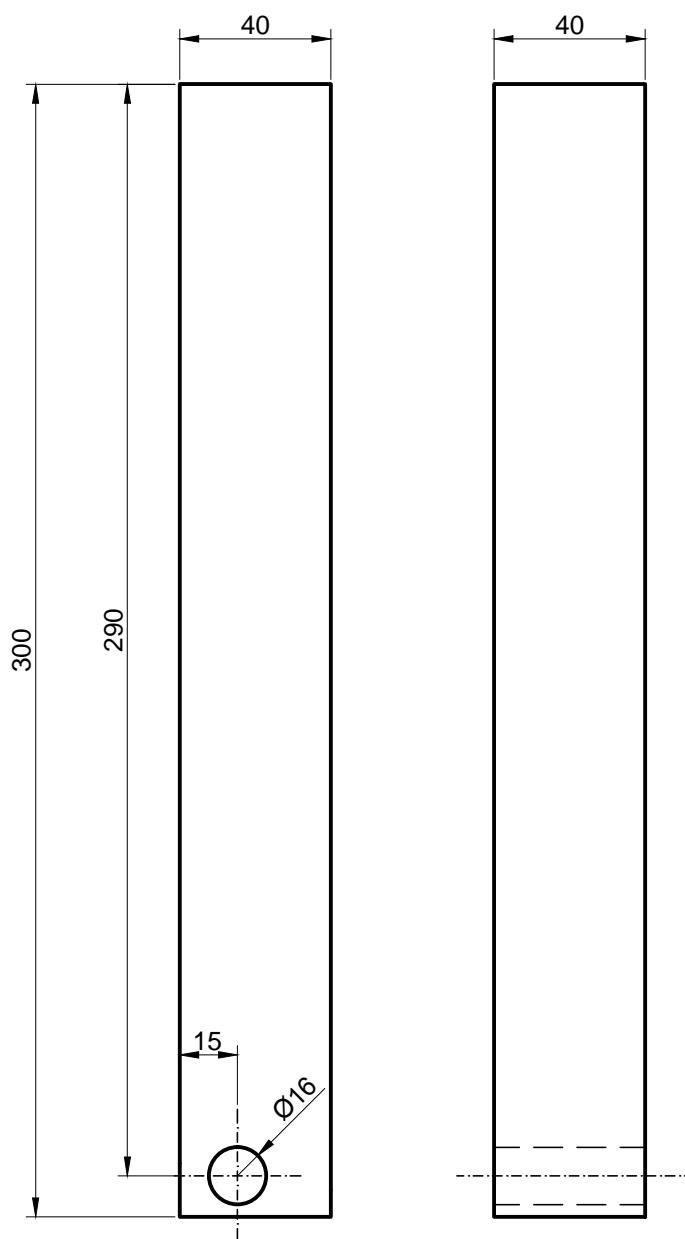
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO ASTM A-36	Dim. brutas:	220 x 870
Recubrimiento:	PINTURA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
Placa guia embrague	Escala: 1:4	Código:	10.7476.2939.01.11.02	Tol. Gral.:	±0.5



CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

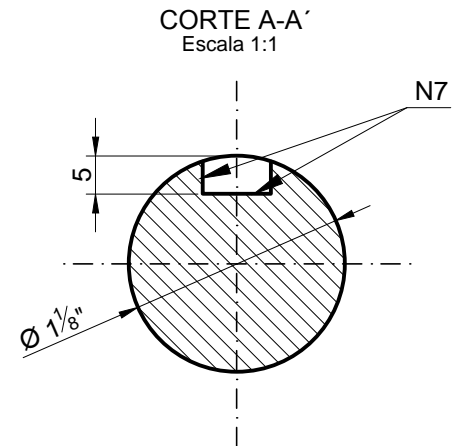
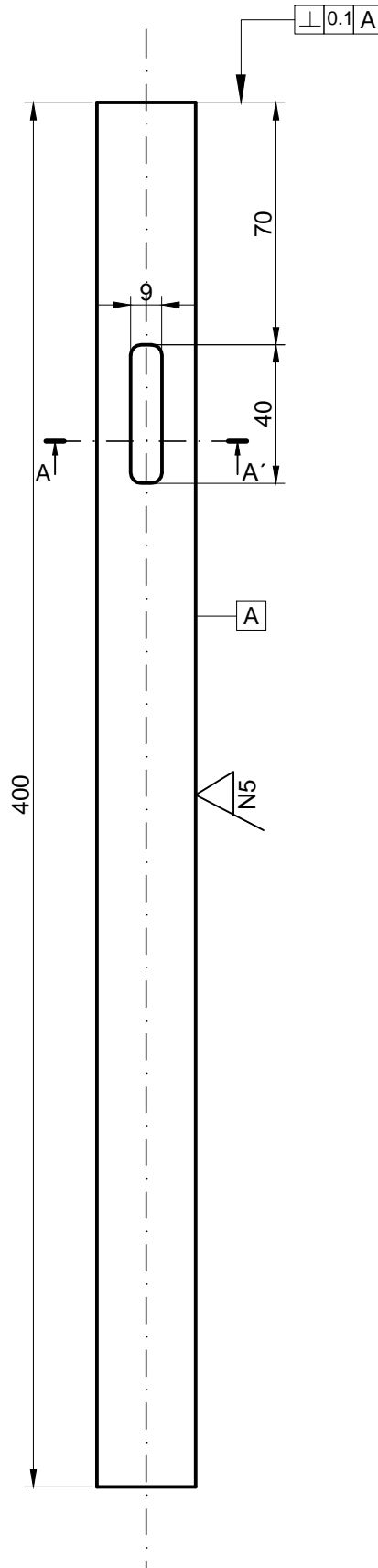
Tratamiento térmico:	NA	Material: ACERO ASTM A-36	Dim. brutas: 175 x 45 x 6	
Recubrimiento:	PINTURA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
Soporte sujecion a estructura	Escala: 1:1	Código:	10.7476.2939.01.11.03	Tol. Gral.: ±0.5



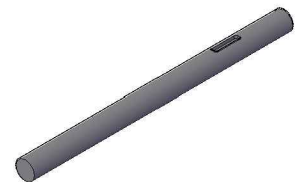
CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:		Dim. brutas:	
Recubrimiento:	PINTURA	ACERO ASTM A-36		40 X 310	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
			Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019
			Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019
Tubo de sujecion a estructura		Escala: 1:2	Código:	10.7476.2939.01.11.04	Tol. Gral.: ±0.5

(N6)



CHAFLANES 1x45°
ELIMINAR ARISTAS VIVAS



Tratamiento térmico:	NA	Material:	ACERO AISI 1018	Dim. brutas:	Ø1 1/8" x 410
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Dibujó:	Collaguazo C. - Lopez D.	03/01/2019	
		Revisó:	Ing. Patricio Quitiaquez	03/01/2019	
EJE CONDUCTOR	Escala: 1:2	Código:	10.7476.2939.01.12	Tol. Gral.:	±0.01